



# Björn Embrén

## Miljövänliga Växtbäddar

Erfarenhet som trädgårdsarbetare 10 år  
Arbetsledare 10 år trädspecialist under 20 år i Stockholms Stad  
Lärare SLU Uppsala, Hedersdoktor SLU, och under den tiden  
utvecklat **hållbara urbana växtbäddar** baserat på  
**Makadam, Biokol och Kompost**

**Problem med urbana växtbäddar.  
Täta ytor och täta material i marken. Belastning på och kompaktering av material där växter  
skall etablera sitt rotsystem.**



**Täta ytor hindrar gasutbyte och infiltration av vatten i växtbädd/mark och motverkar rötters utveckling i marken.**



I Stockholms urbana miljöer där man skall bygga växtbäddar och plantera träd består marken oftast av blandade schaktmassor eller komprimerad samkross



Enstaka stora rötter kan förse träd med vad de behöver men är extremt känsliga för schaktskador en rot som förstörs kan betyda döden för trädet

Blandade material, porositet och infiltrationskapacitet och gasutbyte oftast uruselt, omgivande material styr hastighet på genomströmning i växtbädd. Träd och växters utveckling oförutsägbar.

Stockholm Valhallavägen 100 åriga träd som är döende på grund av helt sluten markyta och kompakterad mark inget fungerande gasutbyte eller infiltration av dagvatten. I början av sitt liv på gatan så bestod markbeläggningen av öppna beläggningar typ gatsten i olika former och naturliga sand och grusmaterial



Olika mineralfraktioner som finns i en jord

Singel 4-64

### KORNGRUPPSSKALA

	Fint grus	6	— 2	m/m	
Grost grus 6-20	Grovsand	2	— 0,6		» ballplan
* Stert 20-200	Mellansand	0,6	— 0,2		» kuggrop
Block > 200	Grovmo	0,2	— 0,06		»
	Finmo	0,06	— 0,02		» tjälgräns
* Hindre 20-60	Mjåla	0,02	— 0,002		» Gravmak 45-75
Ståne 60-200	Ler	<	0,002		» Fin 20-45 » Stenmjål $\leq 8$ » Filler < 0,03



Mycket av den kunskap vi har om jord bygger på forskning om åkerjordar och hur de fungerar i odling. Det passar inte in i den moderna urbana staden med hårdgjorda täta ytor. Inte heller i gröna ytor som stressas av hög belastning och lite eller ingen kultivering av jorden utförs. Entreprenörer har dålig kunskap i hur man hanterar jord.





Flerskiktad växtbädd olika fraktioner riskerar att blockera vattenföringen i marken, om feta grunda lager ligger överst är risken stor för hängande vatten i växtbädden.



Det här är ett av det största problemen med urbana växtbäddar . Entreprenörer hanterar jord på fel sätt av okunnighet eller tidspress. Tunga maskiner kör fram och tillbaka på terrass som egentligen skall vara luckrad sen fördelas jorden ut med planeringskopa kompaktering av jorden som följd.





Kan man kalla det här för jord om man måste ha en stenkap för att ta sig ner i marken.

Lätt att förstå att regnvatten har svårt att ta sig ner i det här materialet.

Det vi kallar för anläggningsjord är oftast extremt känslig för kompaktering vilket motverkar gasutbyte och vattnets rörelse ner i marken.

Efter stenkapen fick en bilhammare användas för att få loss den så kallade jorden.



Spridda rötter efter 25 år på platsen

Kungsträdgården  
Körsbärsträden  
Efter 6 växtsäsonger  
Inga rötter utanför  
planteringslåda.

- **Samkross komprimerad**
- Finns i sorteringar 0-8, 0-16, 0-32, 0-63
- Används som förstärkningslager, bärlager, slitlager och kallas för långa fraktioner eftersom alla kornstorlekar mellan 0 och övre kornfraktion ingår



Toffelbacken

# Toffelbacken

6 år efter plantering  
Marken helt förstörd  
efter en etablering av  
bodar på platsen med  
extremt kompakterad  
mark som följd.

Ingen seriös  
återställning gjordes  
av marken endast ett  
tunt lager jord lades  
ut och såddes med  
gräs.



I Kina har man lång erfarenhet av att kompaktera jord, har använts vid byggande av pyramider och kinesiskamuren.



Kina 2000-5000 år, kompakterad jord kan bestå under mycket långa tider





# Struktur

# Torv

Cirka 500 000 ton jord tillverkas och säljs i Stockholm varje år den tillverkas av Sand Lera och Torv

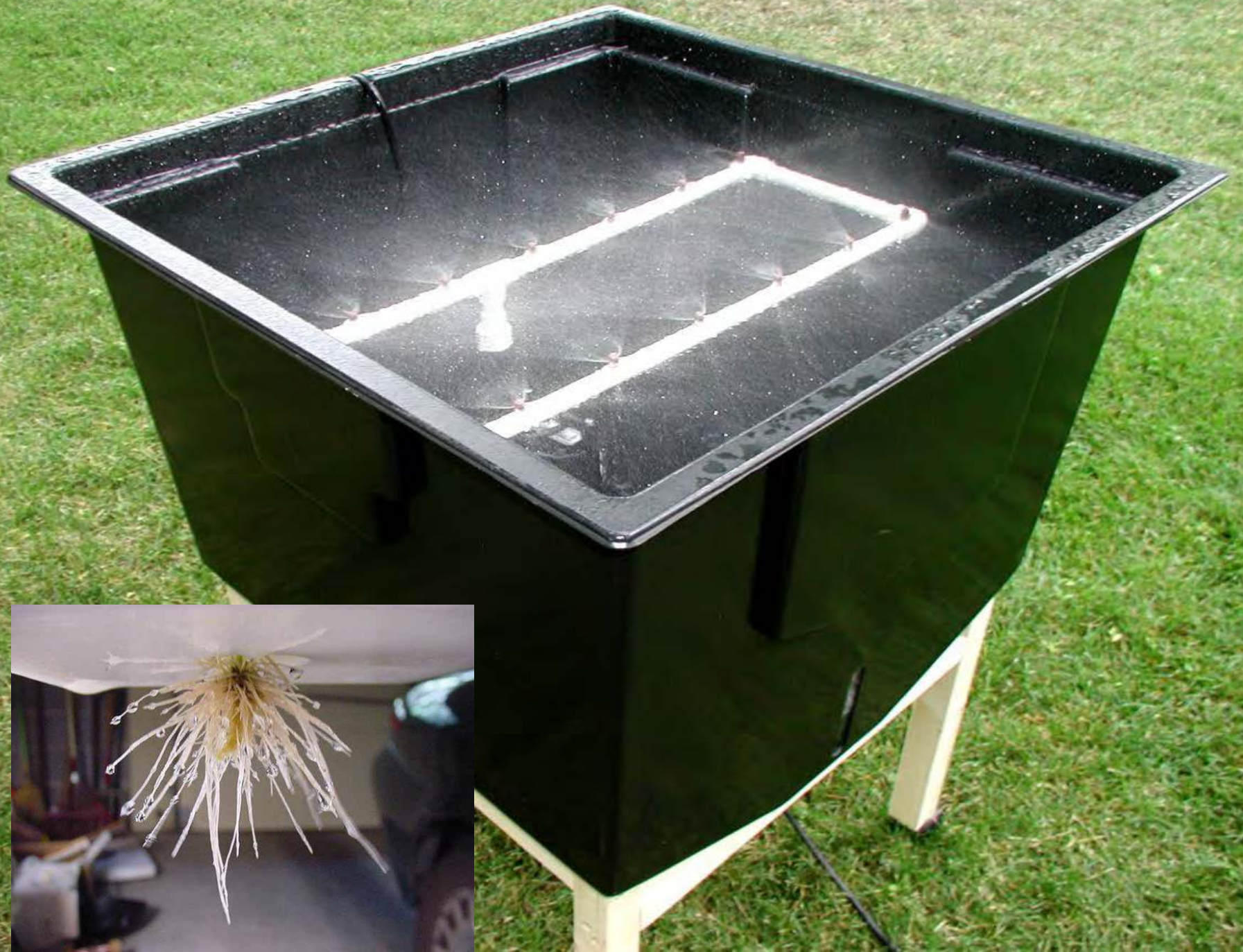


Lera



Grus

Ledtrådar  
till vad träd och  
andra växter vill  
ha för att må  
bra







[http://www.thinairgrowingsystems.com/how\\_it\\_works.htm](http://www.thinairgrowingsystems.com/how_it_works.htm)

Och vem  
planterade det  
här trädet?  
Och hur ser  
växtbädden ut?



Toffelbacken 6 år  
efter plantering



Vad får en björk att trivas bättre i en  
skorsten 10 meter upp i luften än trädet i  
gräsytan på Toffelbacken



Vad får en ek att trivas bättre på taket av en kylcontainer än träden på Toffelbacken





Eller björken i fogen mellan två betongelement varför mår den bättre än träden på Toffelbacken





TVÅ PILAR SOM PLANTERADES PÅ SAMMA SÄTT, DEN HÖGRA HAR LYCKATS HITTA NÅGOT SOM GYNNAT DEN.



Den stora pilen hade lyckats få iväg sitt rotsystem till ett stuprör och en avloppsbrunn.




Ingen ide att kapa rötterna de återskapas inom 3 år bara ny växtbädd med infiltration av dagvatten kan få rötterna att välja en annan väg i livet

Så här såg  
rotmassan ut i  
avloppsbrunnen



Det här verkar vara ett bra material makdam 32-63mm med en finare fraktion 2-4mm som avjämning som kommer från halkbekämpning på perrongen.





Vass gillar  
stående vatten

Blåeld  
extremt  
torktåliga

Båda gillar  
makadam  
32-63mm



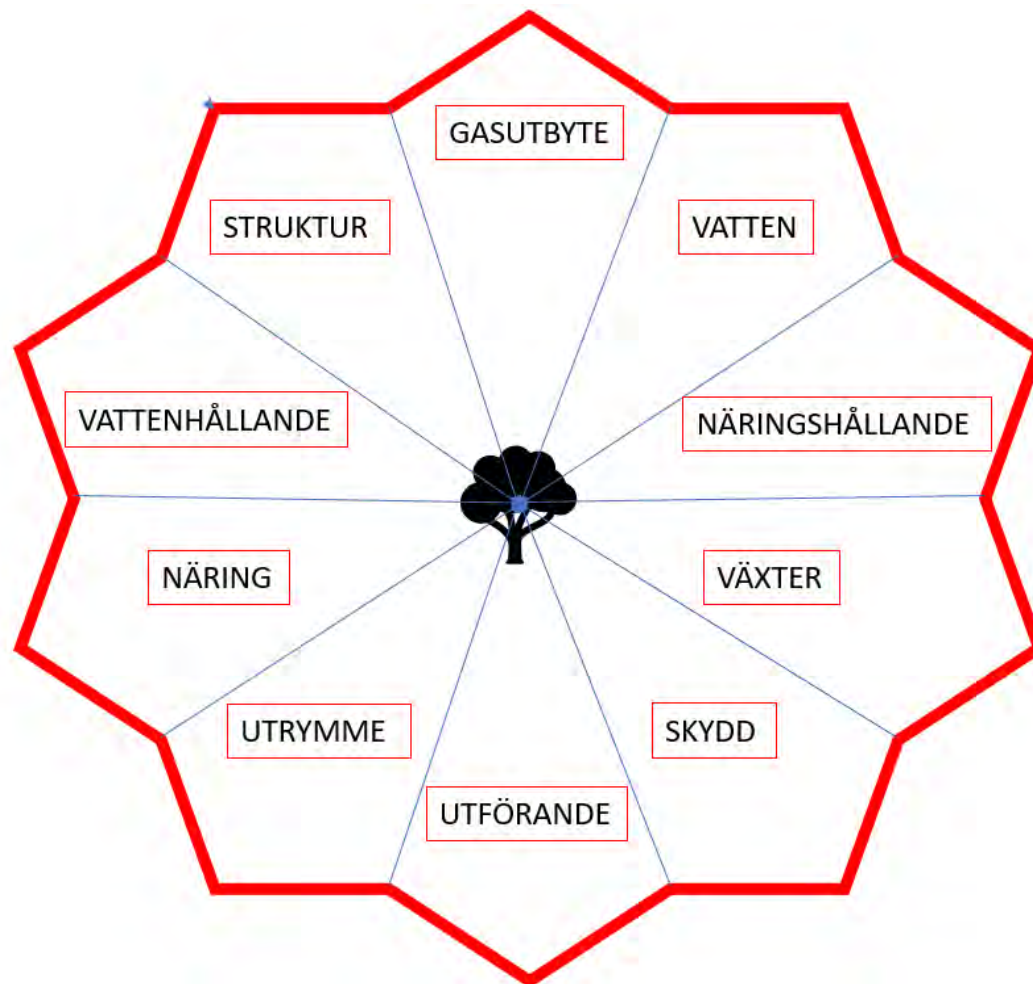


# Träd på rullstensås





## Det viktigaste faktorerna för en fungerande växtbädd



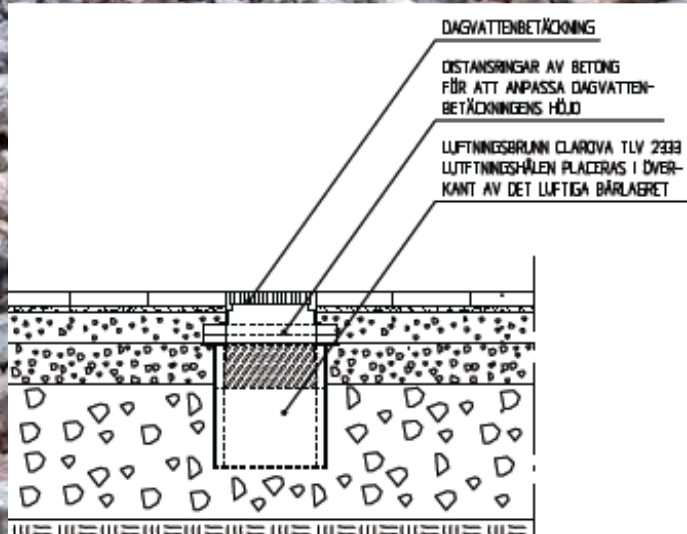
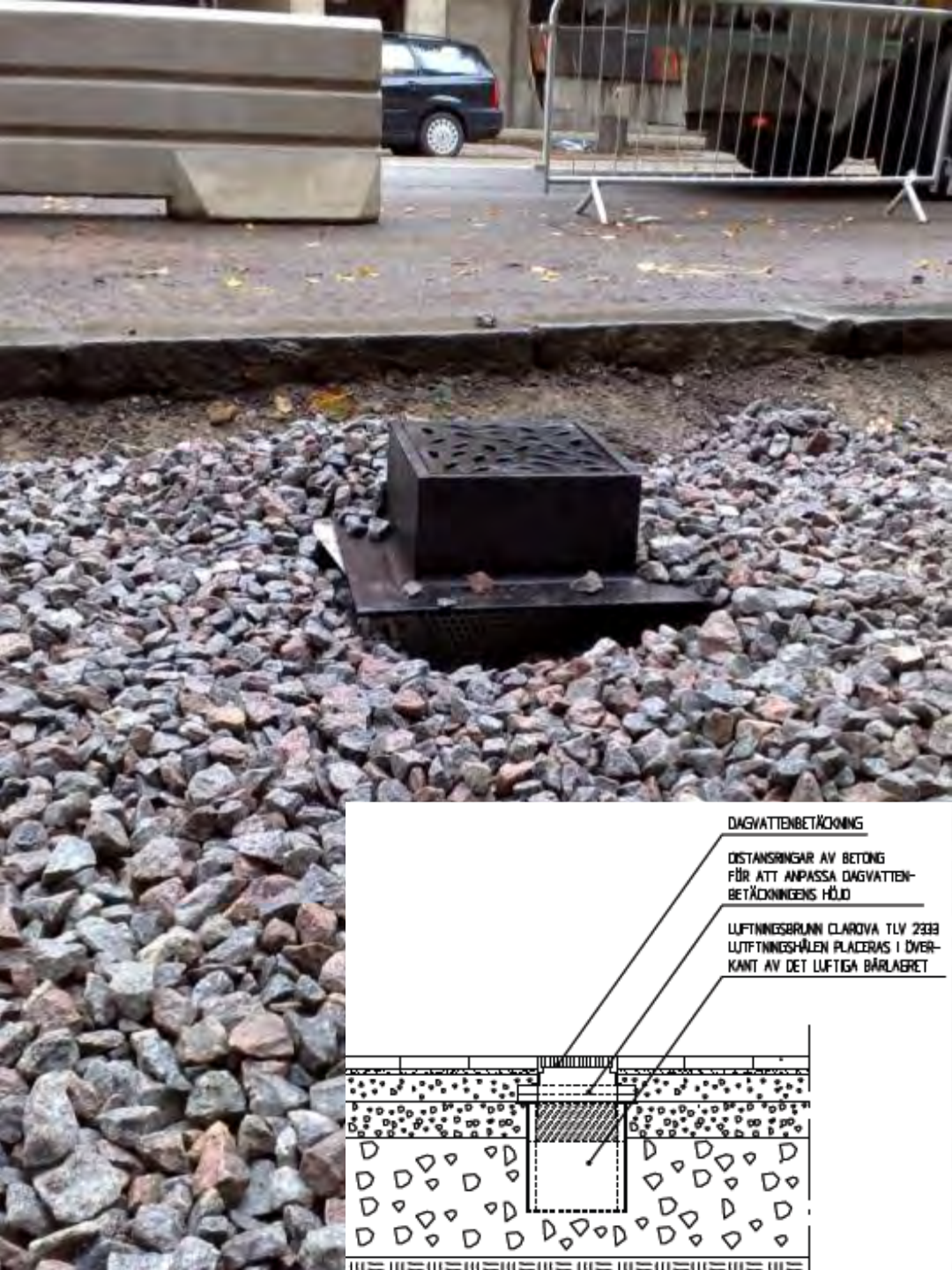
# Gasutbyte



Infiltrations/luftigtbärlager

Skelettjord

# Gasutbyte





# Gasutbyte



# Volymfördelning material öppna växtbäddar

Kompost 1/8 del



Biokol 1/8 del



Makadam 6/8 delar



8 millimeter är största storlek på makadam om material skall hanteras med händer





Narvavägen fjärde  
växtsäsong



Gasutbyte



# Vatten





## Dagvatten

- Mängder för kvarteret mellan Rosenlundsgatan och Ringvägen på Hornsgatan i Stockholm
- Tak och gångbane yta 4600kvm
- Nederbörd 600mm år
- cirka 2 300 000 liter vatten år
- Rening kostnad per liter 1öre = 23000kr år
- Minskad belastning på dagvattensystem, Östersjön/Mälaren

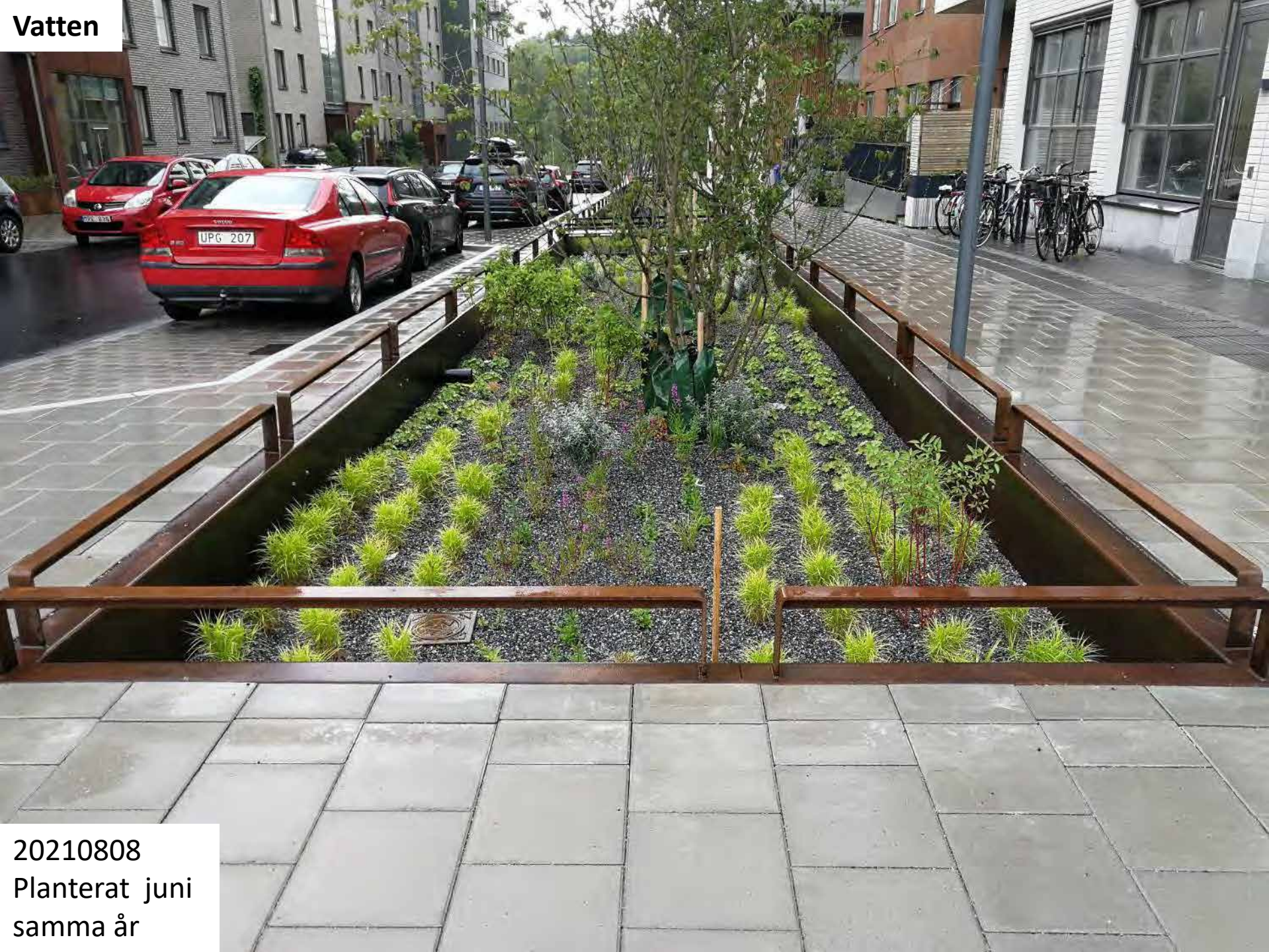
Vatten



Dagvatten kan rinna in från alla håll, planteringsyta ligger lägre omgivande yta

Vatten

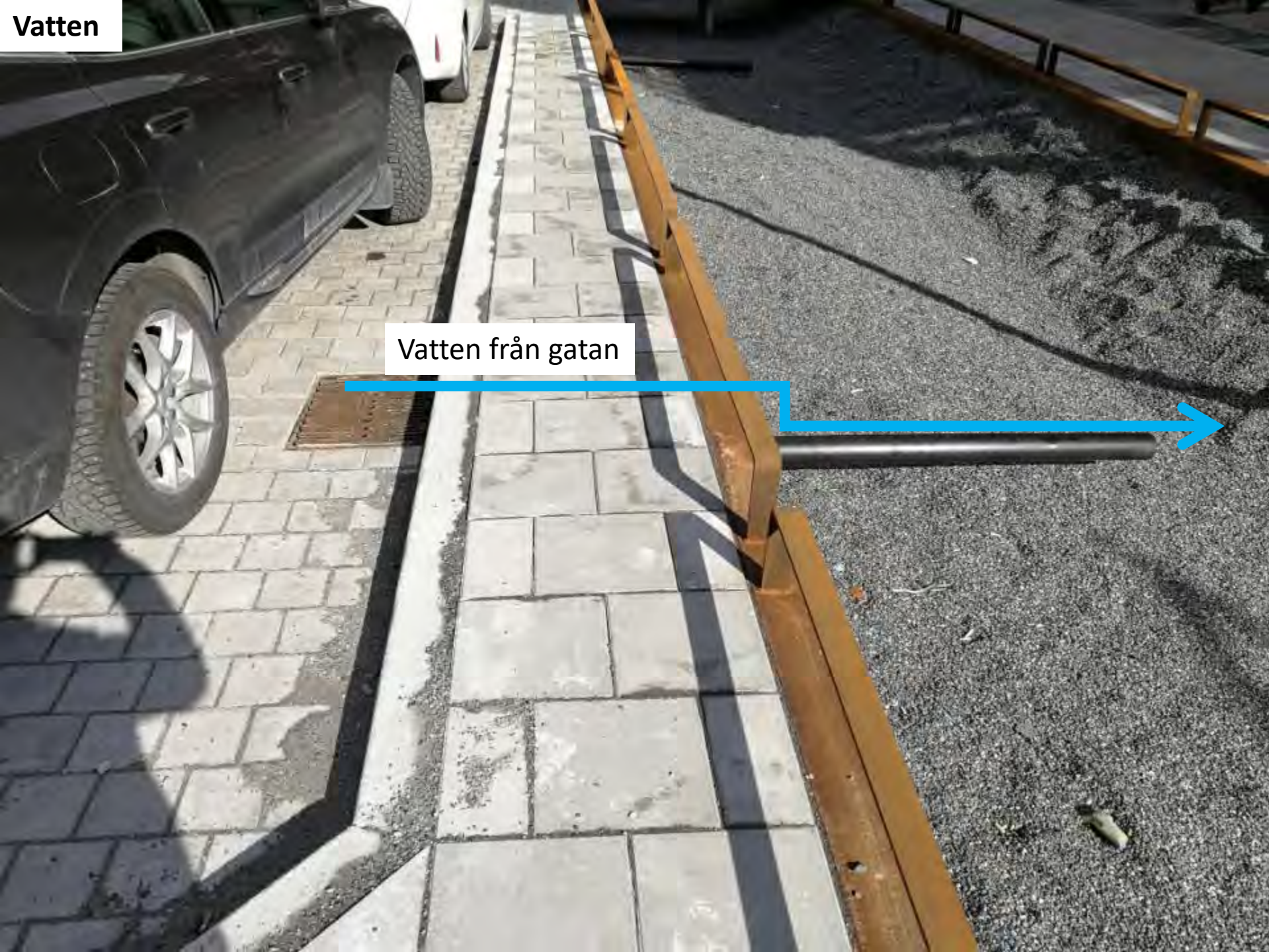




Vatten

20210808  
Planterat juni  
samma år





Vatten

Vatten från gatan

Vatten

2020 Sättra



Dagvatteninfiltration  
till växtbädd



Dagvattenbrunn  
till växtbädd



Vatten

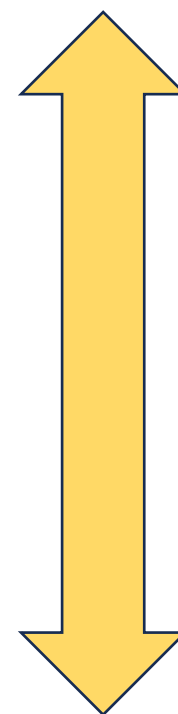




Vatten

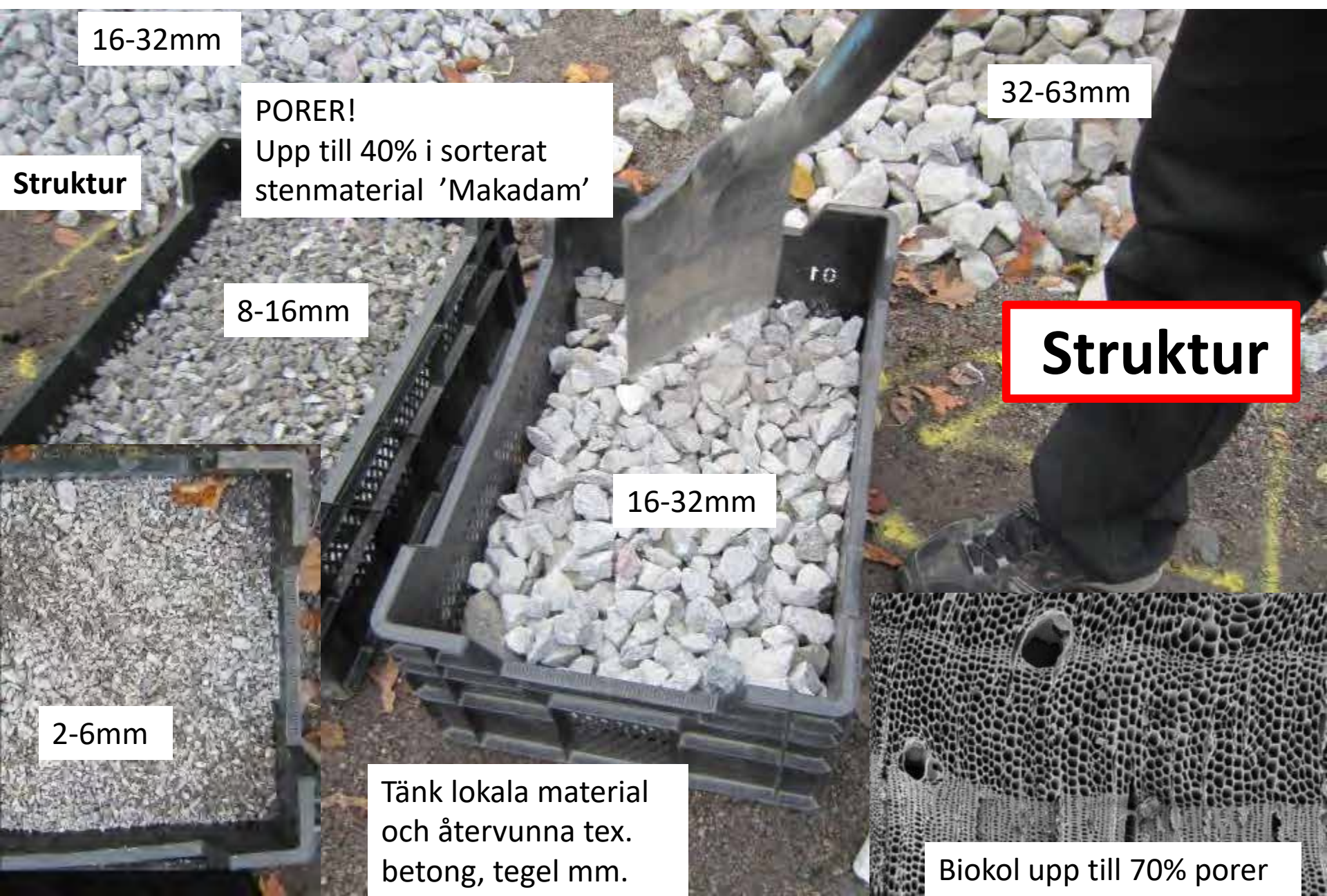
När säckarna är  
fyllda skickas sms  
till kontrollant  
140 l vatten and  
2ppm NPK

# Svampstaden



Vatten

Makadam är det material som visat sig fungera om man vill långsiktigt säkra växtbäddarnas porositet i belastade ytor med täta beläggningar i urbana miljöer. Biokol och kompost i mellanrummen ger förutsättningar för levande växtbädd full av mikroorganismer med stor kapacitet att rena dagvatten och ge goda förutsättningar för växternas utveckling över tid.



16-32mm

32-63mm

**Struktur**

**PORER!**  
Upp till 40% i sorterat  
stenmaterial 'Makadam'

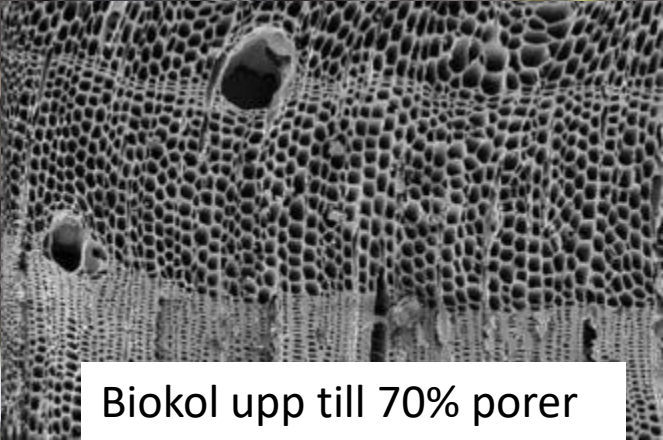
8-16mm

**Struktur**

16-32mm

2-6mm

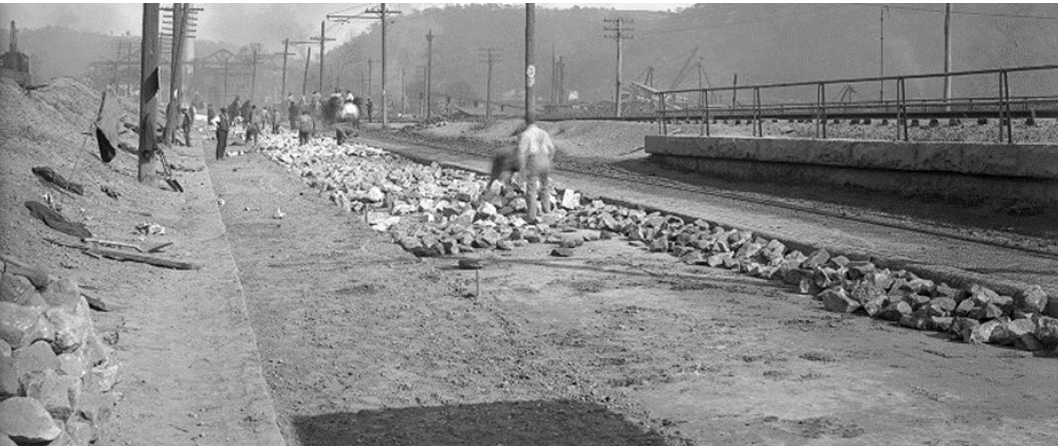
Tänk lokala material  
och återvunna tex.  
betong, tegel mm.



Biokol upp till 70% porer

# Struktur

**Makadam är krossad sorterad sten som inte innehåller någon nollfraktion partiklar mindre än 1mm. Används i vägkonstruktioner och järnvägskonstruktioner Utvecklat av John Loudon McAdam runt 1820**



En liknande konstruktion som vi hittade i en provgrop i ett utvecklingsområde blev nyckeln till att övertyga civilingenjörer om att detta var ett möjligt koncept för att bygga rotvänliga konstruktioner för vägar och gångvägar.



Ger 35-40% porositet

Första makadamvägen i USA  
1823 (WIKI)  
200 års jubileum i år

# Struktur





**Struktur**

Kompost 1/8 del



Volymfördelning material  
öppna växtbäddar



Biokol 1/8 del



Makadam 6/8 delar



8 millimeter är största storlek på makadam om material skall hanteras med händer

Struktur



Sockenvägen

Kolmakadam i botten 32-90mm 15%  
biokol/kompost översta 300mm 2-6mm  
med 25% biokol/kompost

**Struktur**



# Struktur



Biokol sett i ett elektronmikroskop

Vattenhållande

Lagrar näring

Korallrev för mikroorganismer

Stor inre yta & porvolym

Vattenhållande

**Vattenhållande**

Kolsänka

Mykorrhiza älskar organisk kol

Renar dagvatten

Ersätter ändliga material torv,sand,lera

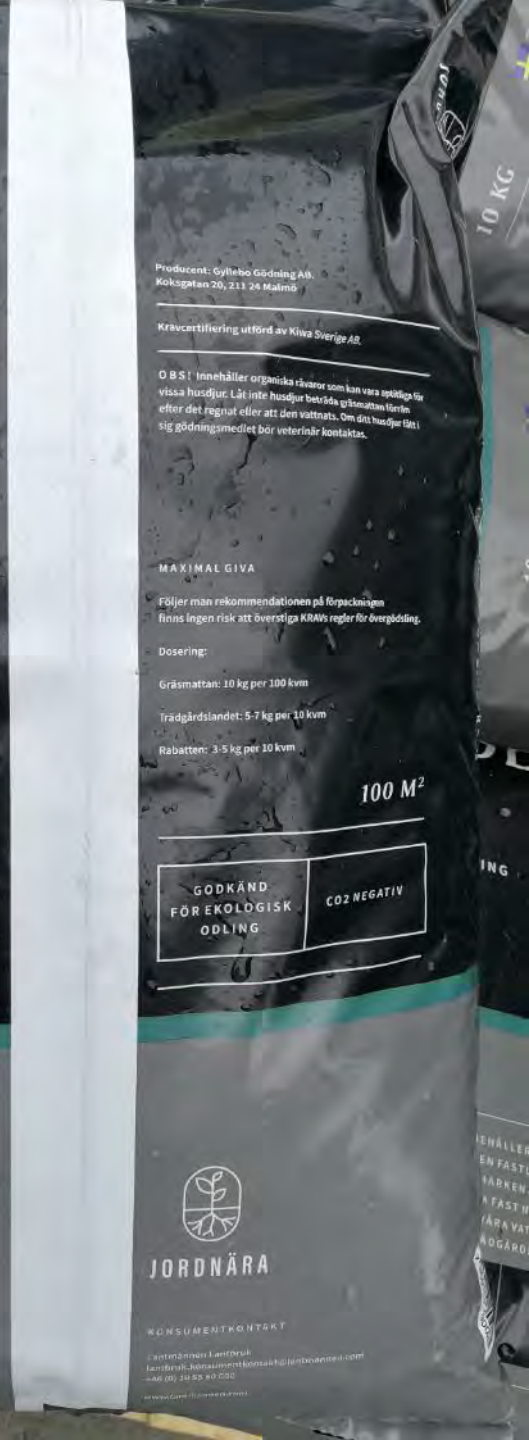
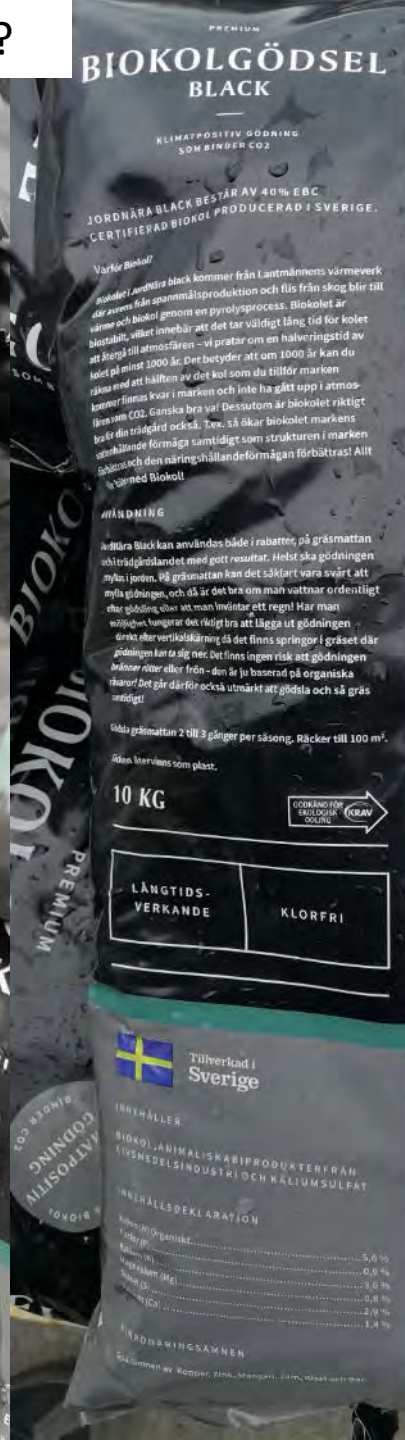
Återvunnet material

40-70% porvolym i biokol

Kolsänka, klassades 2018 som en Negative Emission Technology av IPCC.

Vattenhållande

Vad finns i säcken?





Vattenhållande



Nedbruten

Kompost



Ej nedbruten



# Vattenhållande



Sidorna på schaktet består av kraftigt packad vägkonstruktion med mycket dålig infiltrationsförmåga och gasutbyte på grund av låg porositet

Terrassen kan vara en guldgruva

**Biokol sett i ett elektronmikroskop**

**Lagrar näring**

**Korallrev för mikroorganismer**

**Stor inre yta & porvolym**

**Vattenhållande**

**Näringshållande**

**Kolsänka**

**Mykorrhiza älskar organisk kol**

**Renar dagvatten**

**Ersätter ändliga material torv,sand,lera**

**Återvunnet material**

**40-70% porvolym i biokol**

**Kolsänka, klassades 2018 som en Negative Emission Technology av IPCC.**

Näringshållande



Nedbruten



Kompost

Ej nedbruten

# Näringshållande



Sidorna på schaktet består av kraftigt packad vägkonstruktion med mycket dålig infiltrationsförmåga och gasutbyte på grund av låg porositet

Terrassen kan vara en guldgruva

# Näring

## kompost

står för en osäkerhet i blandningen kan finnas behov av provtagning för att förstå vad den innehåller.

Förmåga att rena dagvatten när det finns i marken

Ökar jordens förmåga att binda koldioxid

Förbättrar närings tillgång och lagring av näring i jorden



Kan innehålla vatten 5 gånger sin egen vikt

Gynnar mikrolivet i marken

Förbättrar jordens struktur

Kan komposten ympas med liv och hur kan det gå till?



Tänk organisk näring, finns många olika att välja på kompost, djurgödsel, hornmjöl, benmjöl mm.



Näring





# Näring

Vattensäckar  
Med 2ppm npk.  
Lätt att styra  
hur mycket  
näring som  
tillförs i känsliga  
områden

Läs mer om  
näring i artiklar  
av  
Tom Ericsson  
|  
Hemträdgården  
Eller hemsida  
RST



Näring

Terrassen kan vara en guldgruva

Sidorna på schaktet består av kraftigt packad vägkonstruktion med mycket dålig infiltrationsförmåga och gasutbyte på grund av låg porositet



**Näring**

**Färskt gräsklipp som näringskälla**



75% Makadam 4-8mm 12,5% biokol 12,5% kompost ena gödslad med gräsklipp andra naturgödsel  
Vinnare blev Gräsklipp

Näring



Gödslad med gräsklipp

September 2019

Gödslad med naturgödsel från  
stormarknad

# Näring

Makadam 2-6 mm



Biokol



Kompost



Färskt gräsklipp

Näring



# Växter

Val av växter

- Platsens förutsättningar
- Platsens historik
- Utrymme
- Driftkostnader
- Löv eller städsegrönt (ger bästa effekt är aktiva under hela året luften cirkulerar runt barr vilket ger bra upptag av partiklar)
- Sjukdomar
- Tillgång

Växter (kvalitet)





2008-2020





# Växter



## Mäster Samuelsgatan nr. 30

2008-2018 Fraxinus ornus 10 säsonger 30cm skelettjord, betongbjälklag under.



# Växter



Sådd av torrängsfrö vänster kolmakadam höger anläggning jord



Växter (direktsådd)



Iris sibirica



Pulsatilla sp.

Rhododendron luteum

Rosenglim (*Silene armeria*)



Masdevallia



Meconopsis  
(baileyi x grandis)  
Frösådd september  
2024 eget frö













Dioscorea  
elephantipes



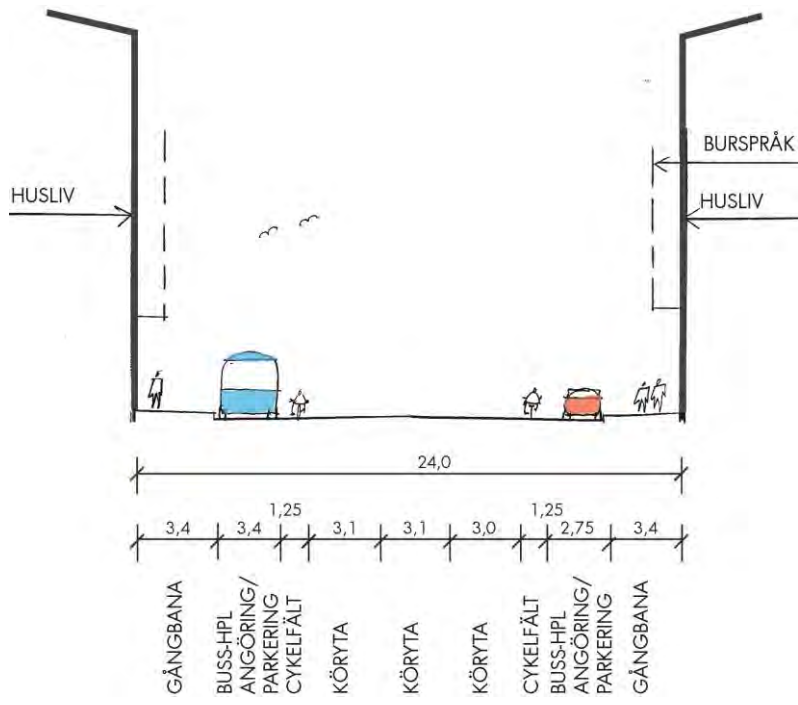
# Utrymme



Magnus Ladulåsgatan Stockholm  
Skelettjord med biokol

# Utrymme

## Tvärnsnitt



Skiss: Tyréns

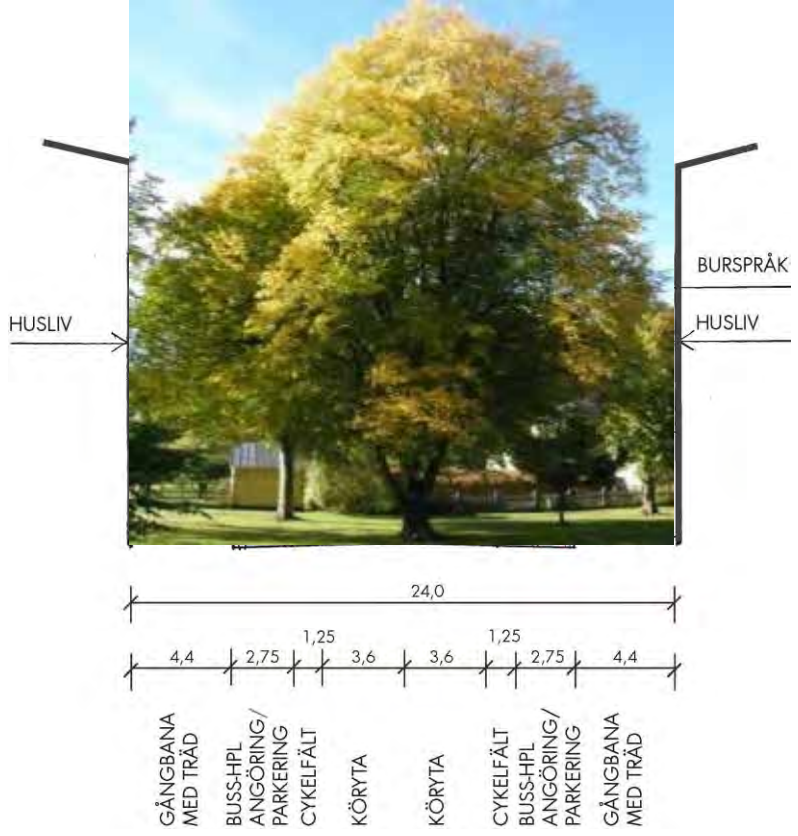
Före

# Avenbok

Djurgården

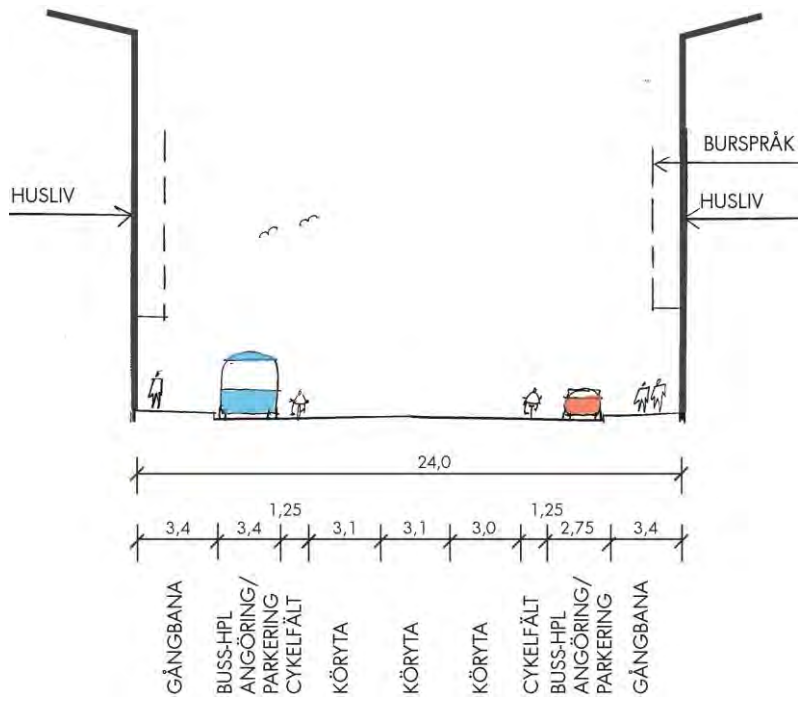
Höjd 24 meter

Bredd 24 meter



Efter

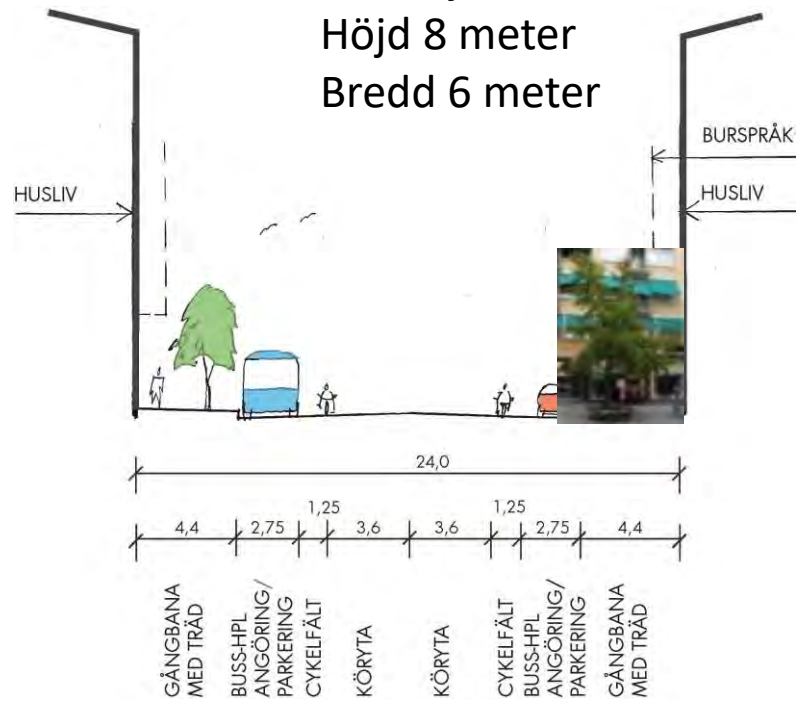
# Tvärnsnitt



Skiss: Tyréns

Före

**Magnolia**  
 12 år på gatan  
 ingen skelettjord  
 Höjd 8 meter  
 Bredd 6 meter



Efter



# Skydd



Betonglåda skyddar beläggning runt planteringsgrop, underlättar byte av träd

Skydd



Skydd

Rehngatan 2019

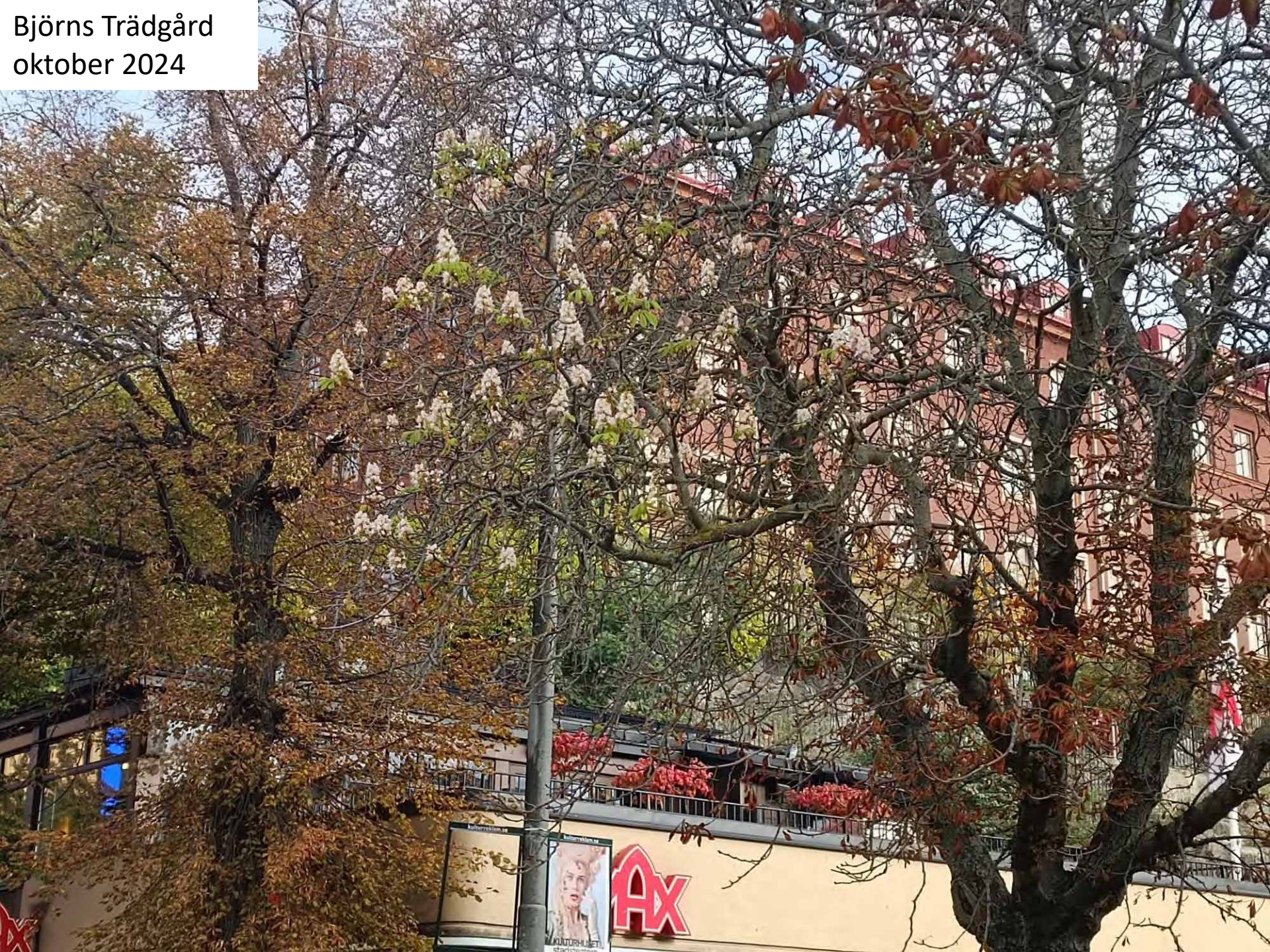


Sopsaltningens storskaliga användning av salt är helt huvudlöst, saltning i den här omfattningen dödar de flesta levande organismer i jorden intill cykelbanan.

## Skydd



Björns Trädgård  
oktober 2024



Björns Trädgård  
oktober 2024

Frisk kastanj i bakgrunden



# Utförande



Var närvarande  
under utförandet





*den här typen av växtbäddar kan ansluta till 6 av 7 av*

## **Sveriges miljömål**

<https://sverigesmiljomal.se/etappmalen/>

**Avfall**

**Begränsa klimatpåverkan**

**Cirkulär ekonomi**

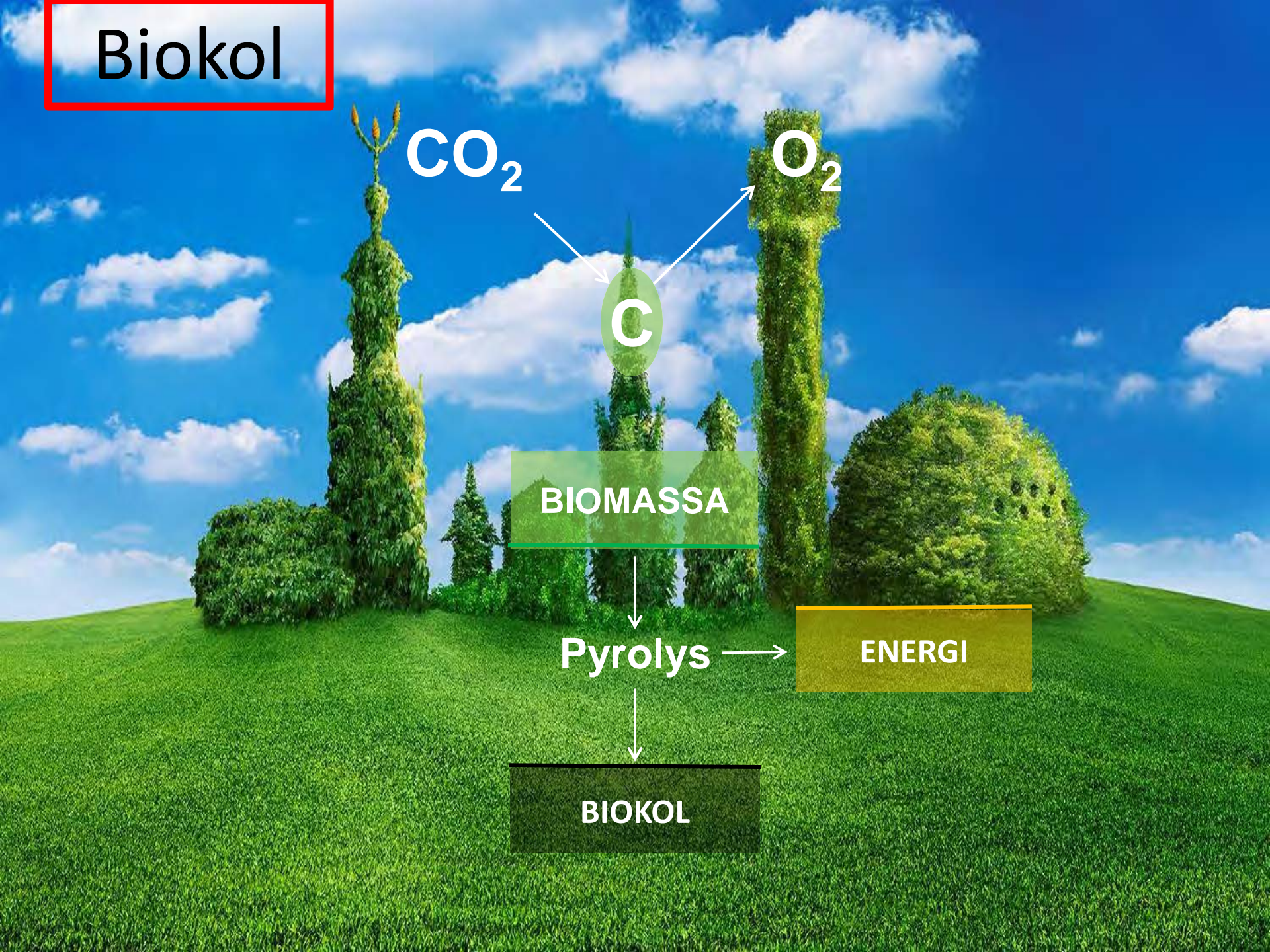
**Farliga ämnen**

**Hållbar stadsutveckling**

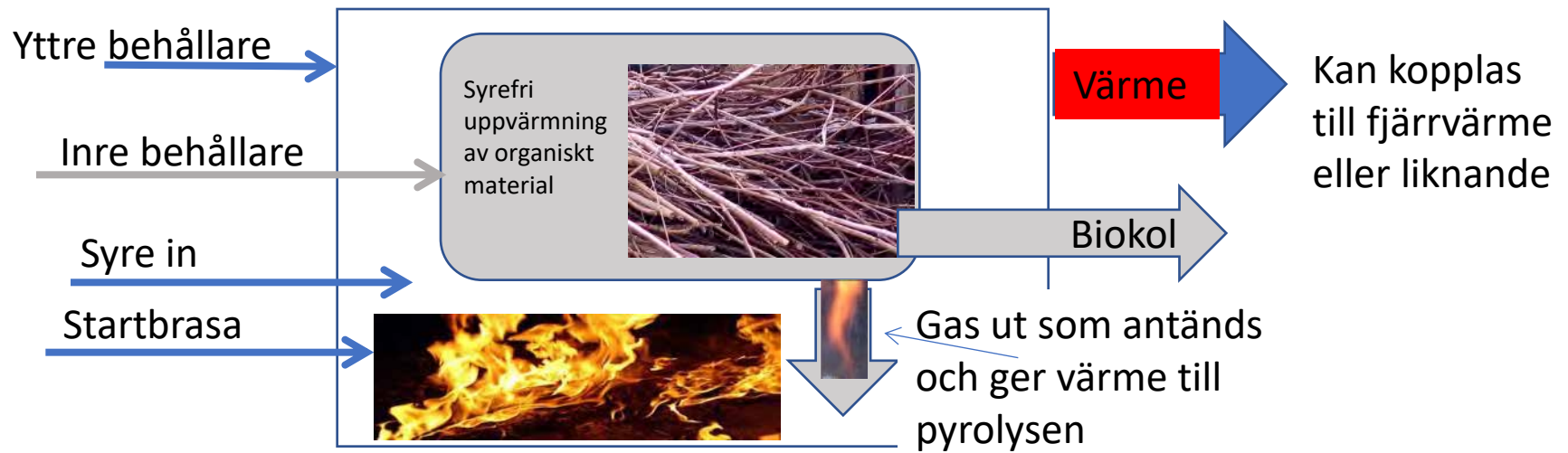
**Luftföroreningar**

Minskat matsvinn (här ser jag ingen koppling:)

# Biokol



Förnybar energi  
matas med  
organiskt  
material



**Biokol sett i ett elektronmikroskop**

**Lagrar näring**

**Korallrev för mikroorganismer**

**Stor inre yta & porvolym**

**Vattenhållande**

**Mykorrhiza älskar organisk kol**

**Kolsänka**

**Ersätter ändliga material torv,sand,lera**

**Renar dagvatten**

**Återvunnet material**

**40-70% porvolym i biokol**

**Kolsänka, klassades 2018 som en Negative Emission Technology av IPCC.**

1 kbm = 180-200 kilo



Vattenhållande



# Skörd av Ecoeras fältförsök.



**33% skördeökning vid 3 kg biokol/m<sup>2</sup> jämfört med inget biokol på en sandig jord i Skåne.**

SAND + 20%BIOCHAR+ 20%  
POULTRY MANURE

SAND + 20% POULTRY MANURE





Inlagring av kol i växtbädden är inte bara den biokol som vi blandar in i växtbädden utan i längden så är tillväxten av rötter svampar, bakterier och alla former av liv kommer i slutändan att stå för en större inlagring av kol i marken.

Biokol har  
varierande  
egenskaper  
beroende på hur  
tillverkning sker

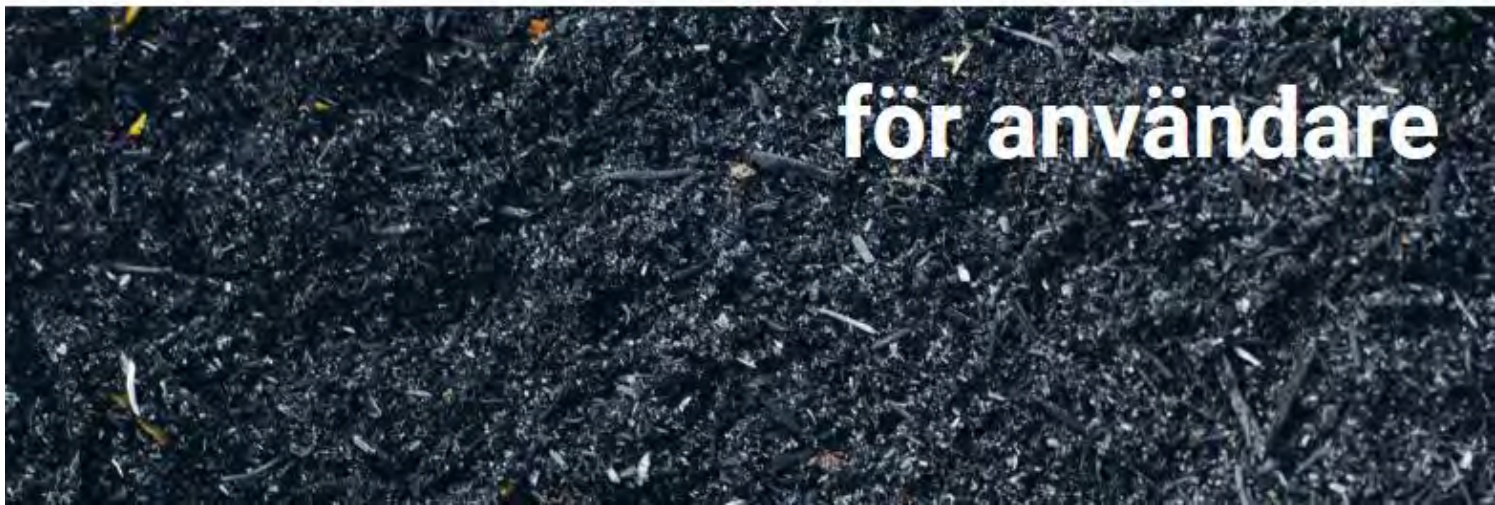


Ph  
Askinehåll  
Fraktion  
Porvolym  
Näringsinnehåll  
Stabilitet  
Med mera skiftar



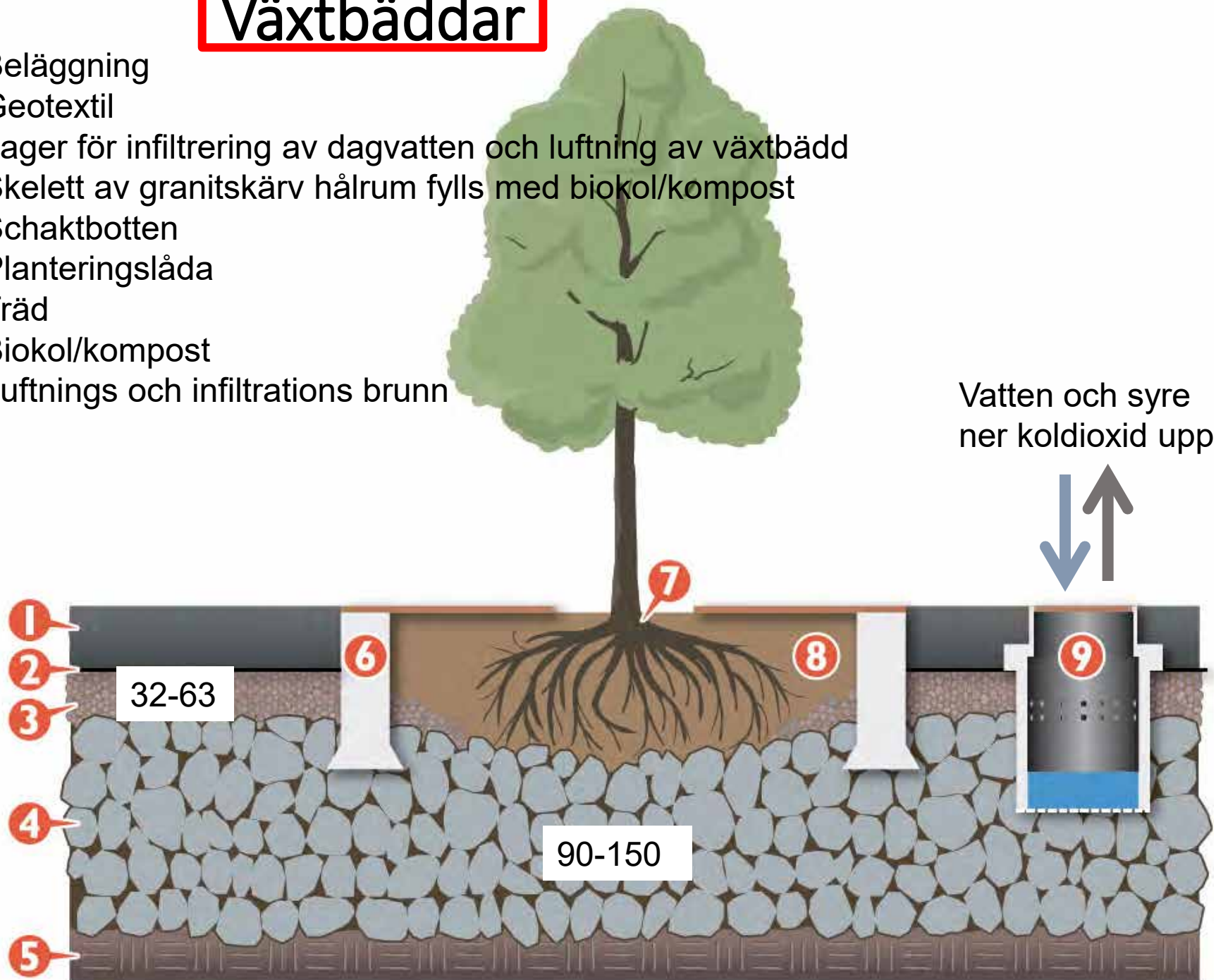


Och i befintlig jord?  
Max 20% biokol  
och kompost efter behag



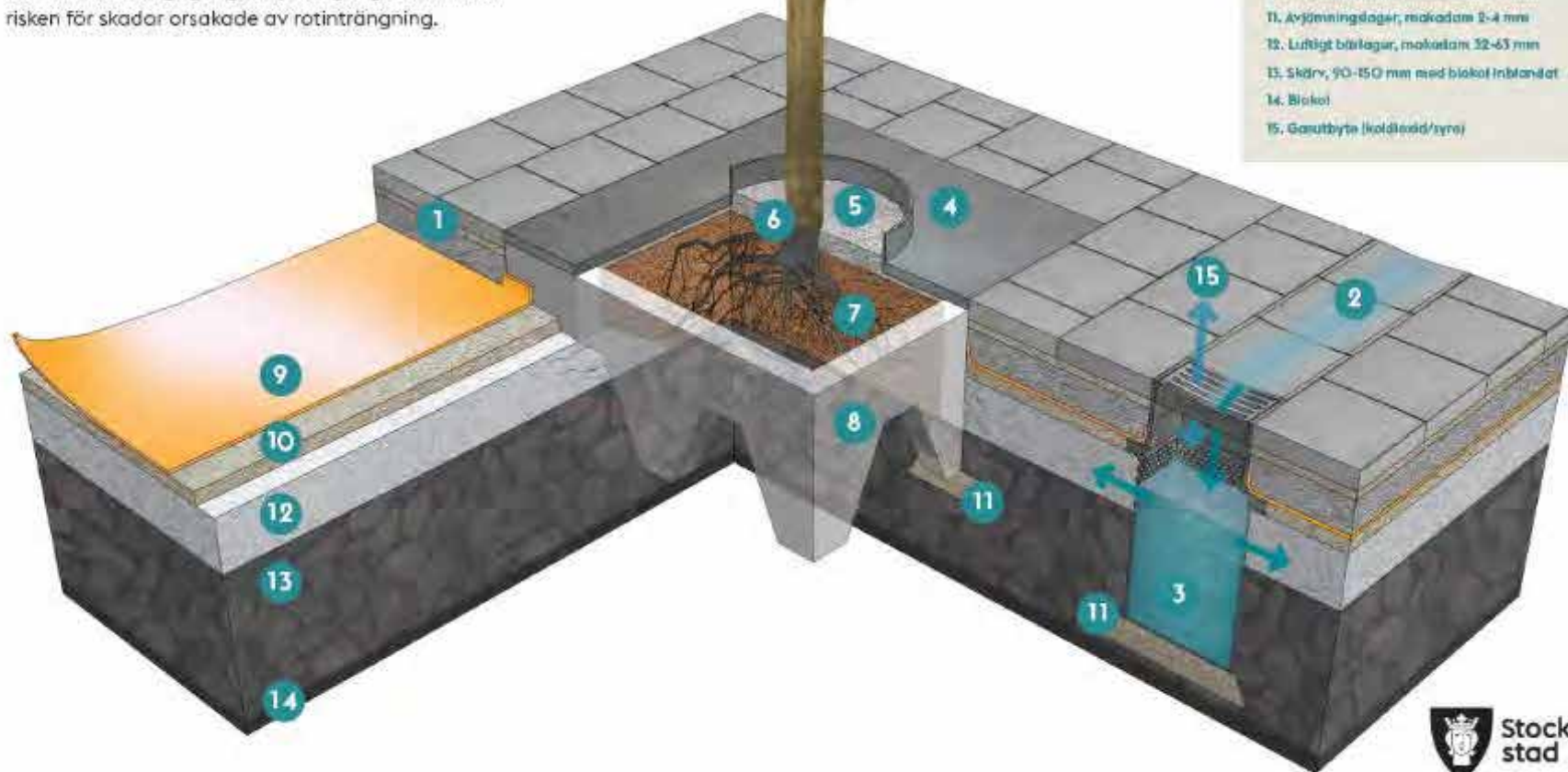
# Växtbäddar

1. Beläggning
2. Geotextil
3. Lager för infiltrering av dagvatten och luftning av växtbädd
4. Skelett av granitskärv hålrum fylls med biokol/kompost
5. Schaktbotten
6. Planteringslåda
7. Träd
8. Biokol/kompost
9. Luftnings och infiltrations brunn



## SKELETTJORD MED BIKOL

En anläggningsmetod som, med hjälp av dagvatten, skapar goda växtbetingelser för träd i hårdgjorda ytor och som samtidigt ger god syretillgång och minskar risken för skador orsakade av rotinträngning.

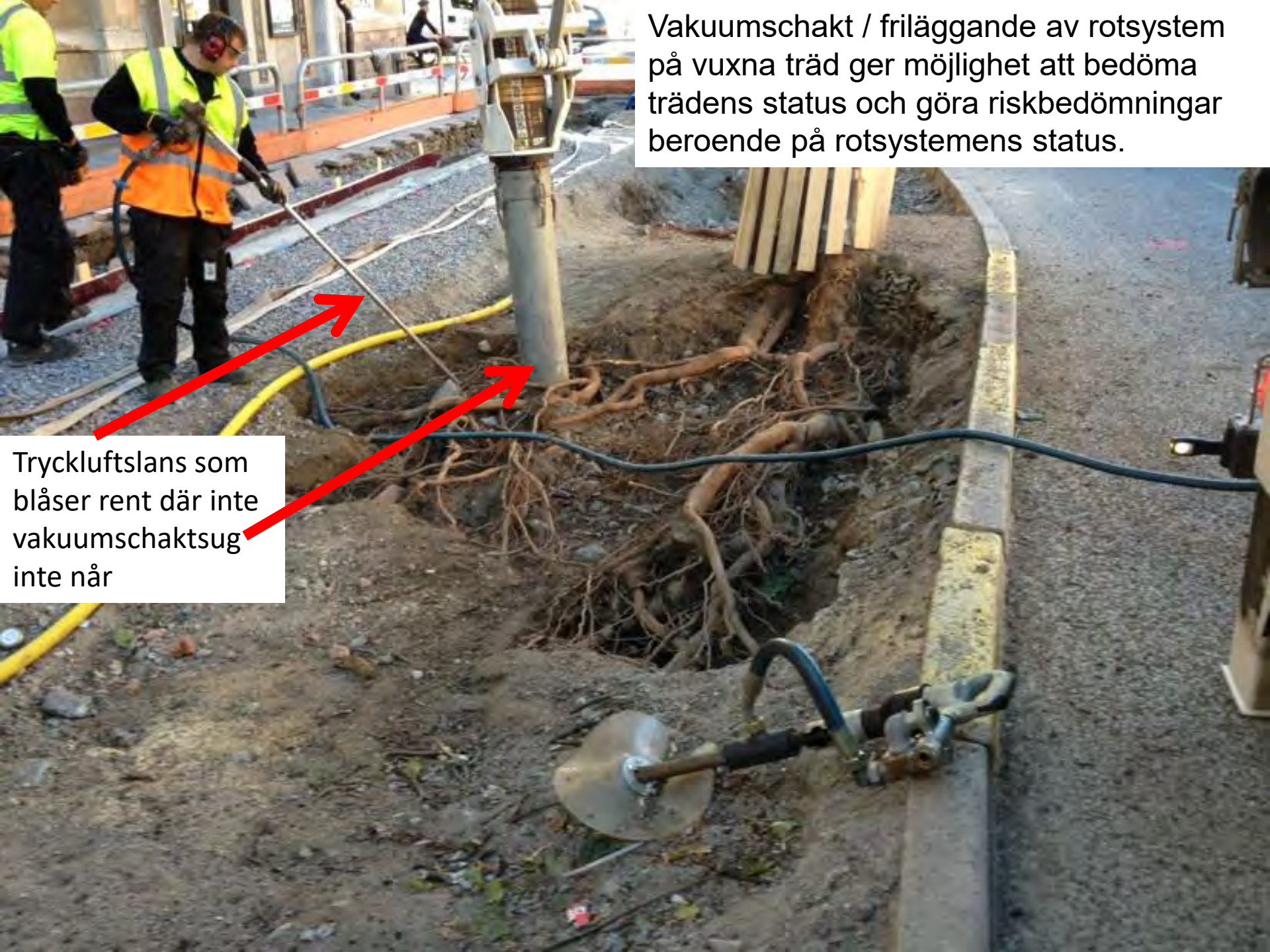


1. Beläggning med överbyggnad
2. Dagvattenränn
3. Lutringsränn för infiltration av dagvatten och transport av syra och koldioxid.
4. Mörkgaller
5. Täckmaterial, makadam 4-8 mm
6. Rötthals på samma nivå som i plantskåpa
7. Makadam 4-8 mm med 25 volym-% näringssarrikad biokol
8. Trädgröpsfundament i betong
9. Geotextil
10. Avjämningsslagar, makadam 8-16 mm
11. Avjämningsslagar, makadam 2-4 mm
12. Luftigt biolager, makadam 32-63 mm
13. Skärv, 90-150 mm med biokol inblandat
14. Biokol
15. Gasutbytet (koldioxid/syra)



Vakuumschakt / friläggande av rotsystem på vuxna träd ger möjlighet att bedöma trädens status och göra riskbedömningar beroende på rotsystemens status.

Tryckluftslans som blåser rent där inte vakuumschaktsug inte når





Den vanligaste situationen i Stockholm är extremt täta och kompakterat material i väg och gångbanans konstruktion i sidorna på växtbädden det gör att vattnet går lodrätt ner i växtbädden. I botten blandade schaktmassor som kan växla längs ett kvarter.



Vass stråle lite vatten för att spola ner materialet mellan stenarna





Magnus Ladulåsgatan Stockholm  
Skelettjord med biokol

Makadam packas innan  
biokol kompost spolans ner



Färdig skelettjord  
sten i ytan inte jord  
Sten skall vila på  
sten



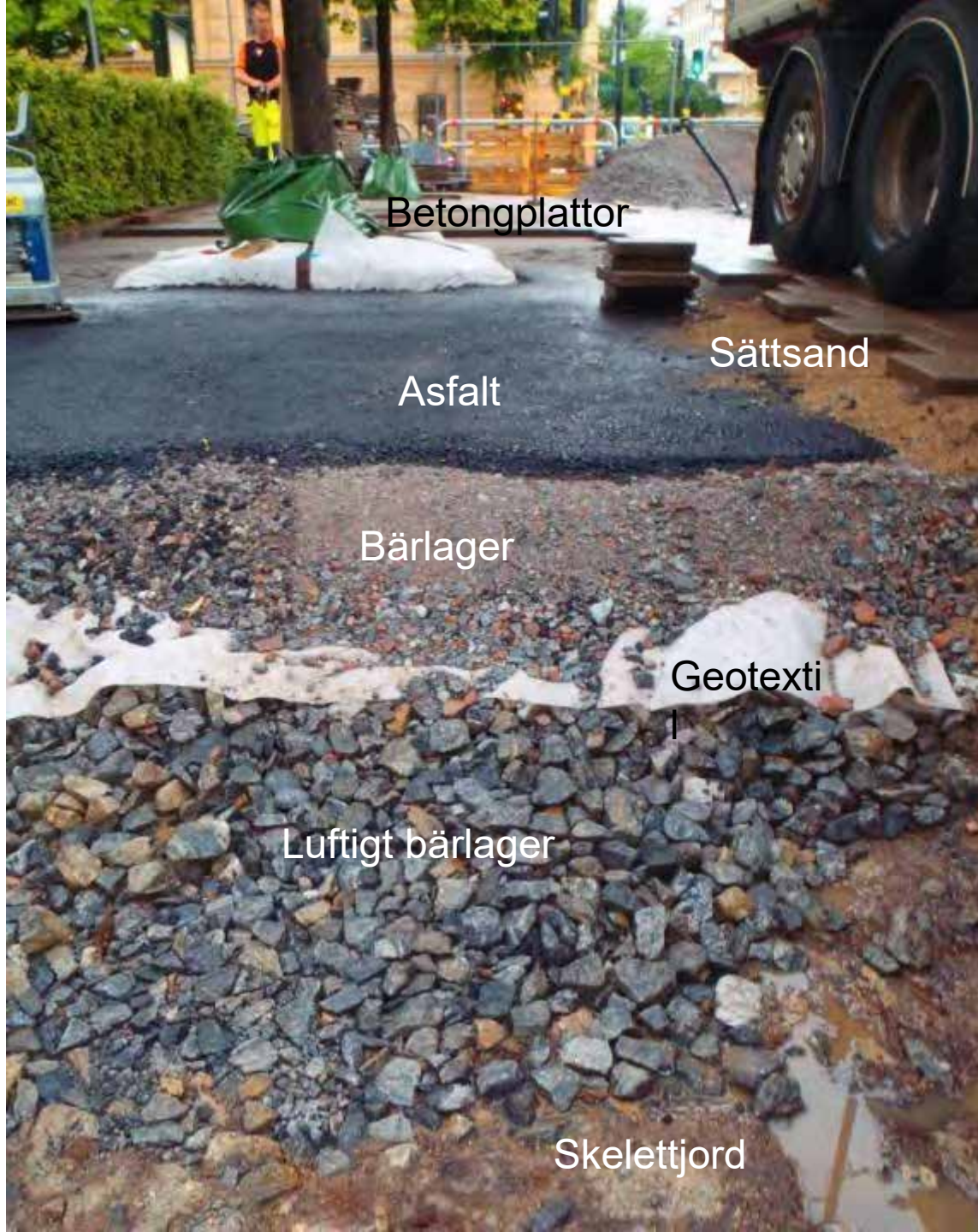


Geotextil läggs ut ovanpå luftiga bärlagret inget samkross från överbyggnad får komma ner i luftiga bärlagret



Infiltrations/luftigtbärlager

Så här ser profilen ut efter att växtbädden byggts



Betongplattor

Sättsand

Asfalt

Bärlager

Geotexti

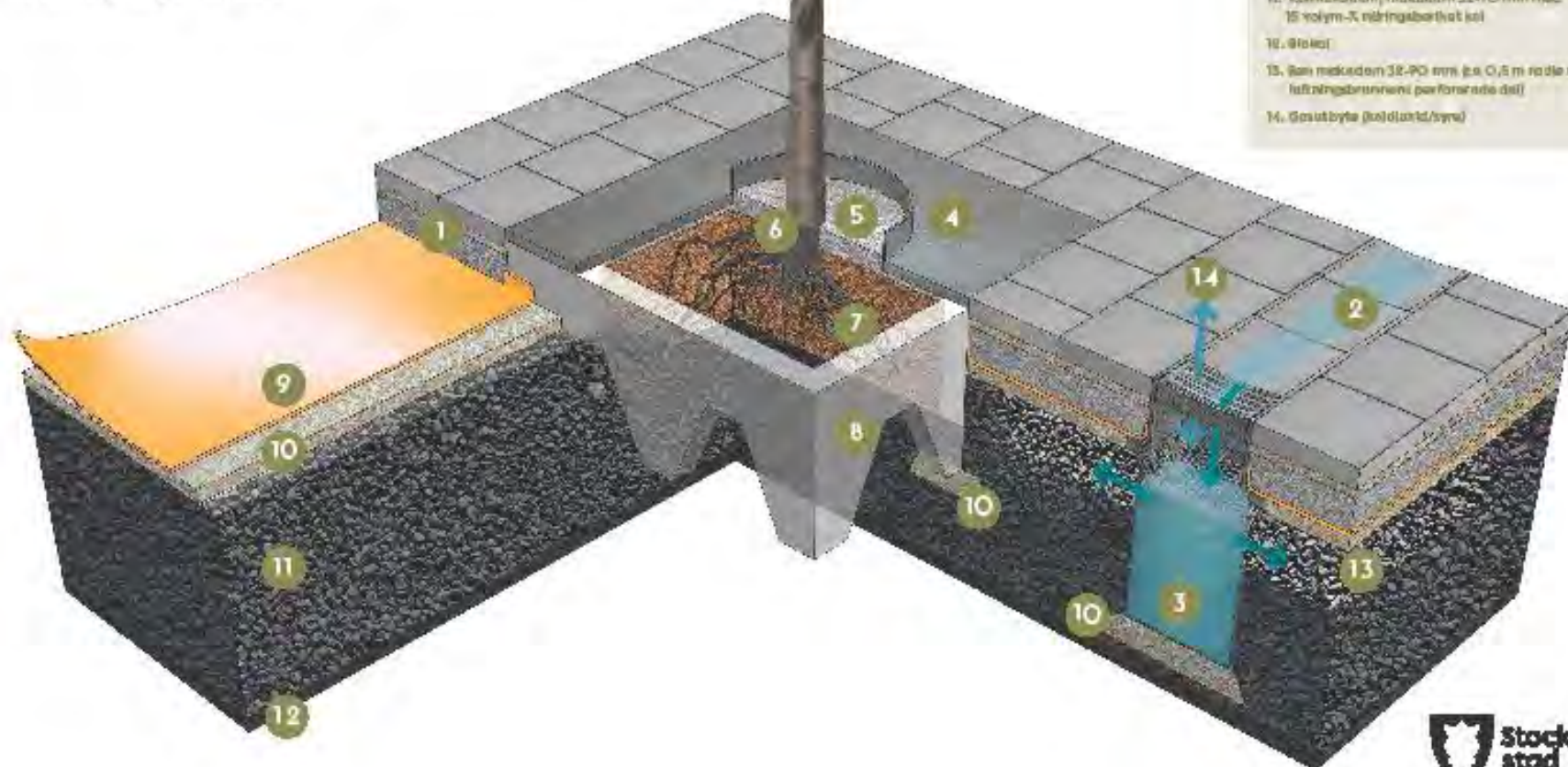
Luftigt bärlager

Skelettjord



## KOLMAKADAM

Stockholms stad har som mål att skapa hållbara växtbäddar med längre livslängd, som binder kol från atmosfären, minskar näringsläckage och är uppbyggda av lokala material. Växtbäddar med biokol består av en blandning av makadam i dimensionen 32/63 mm och 15 volym% gödslad biokol.

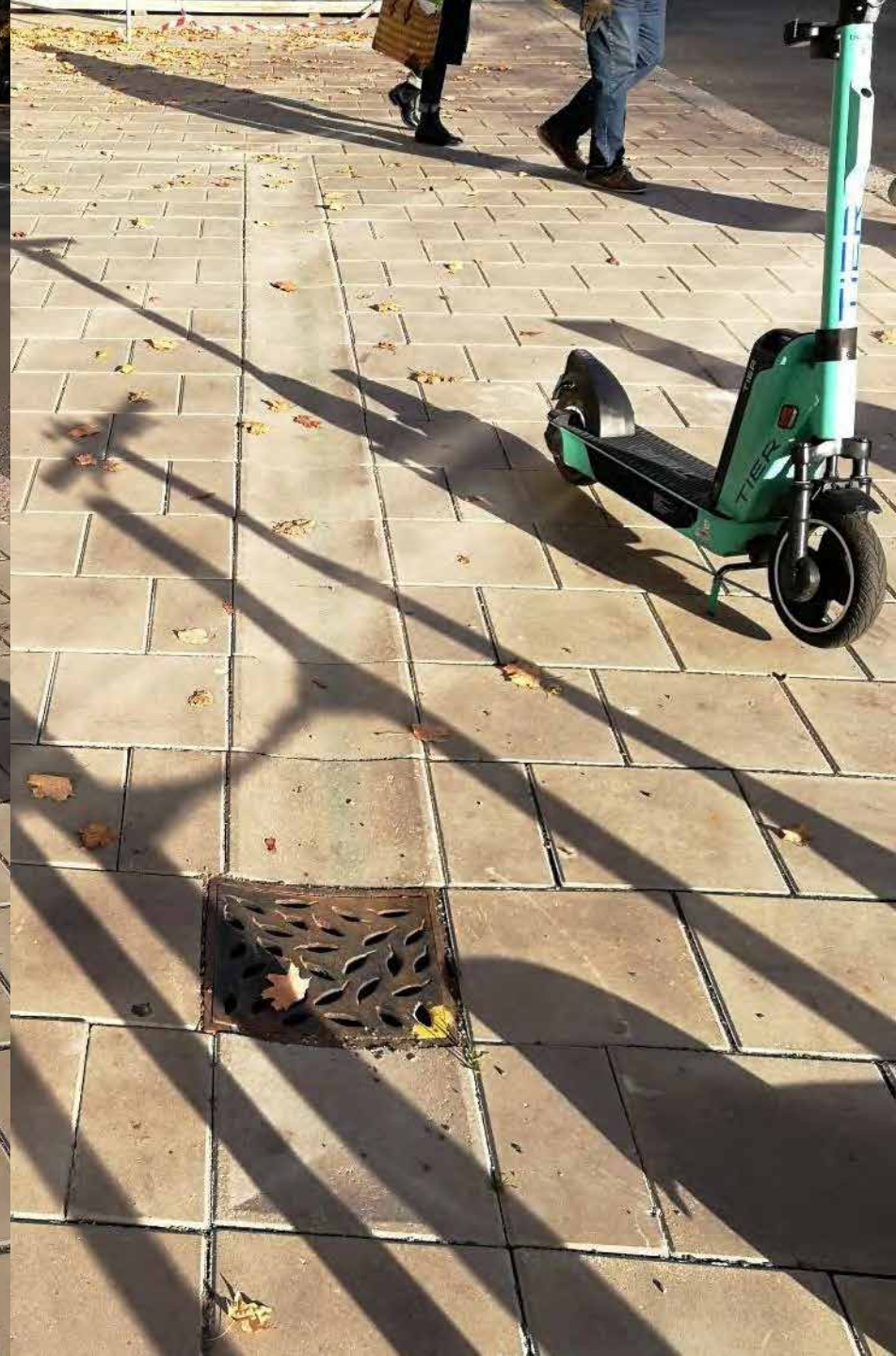
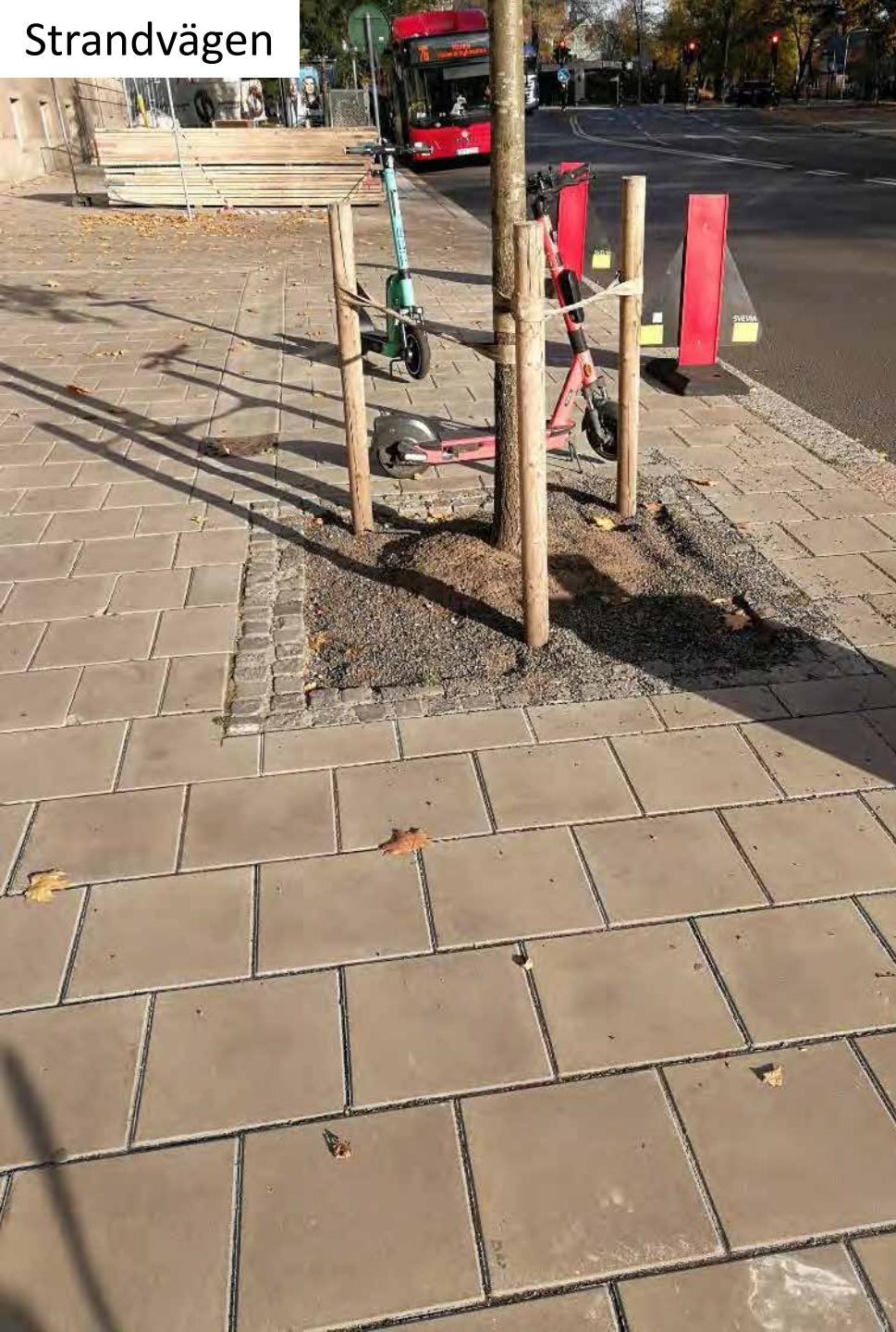


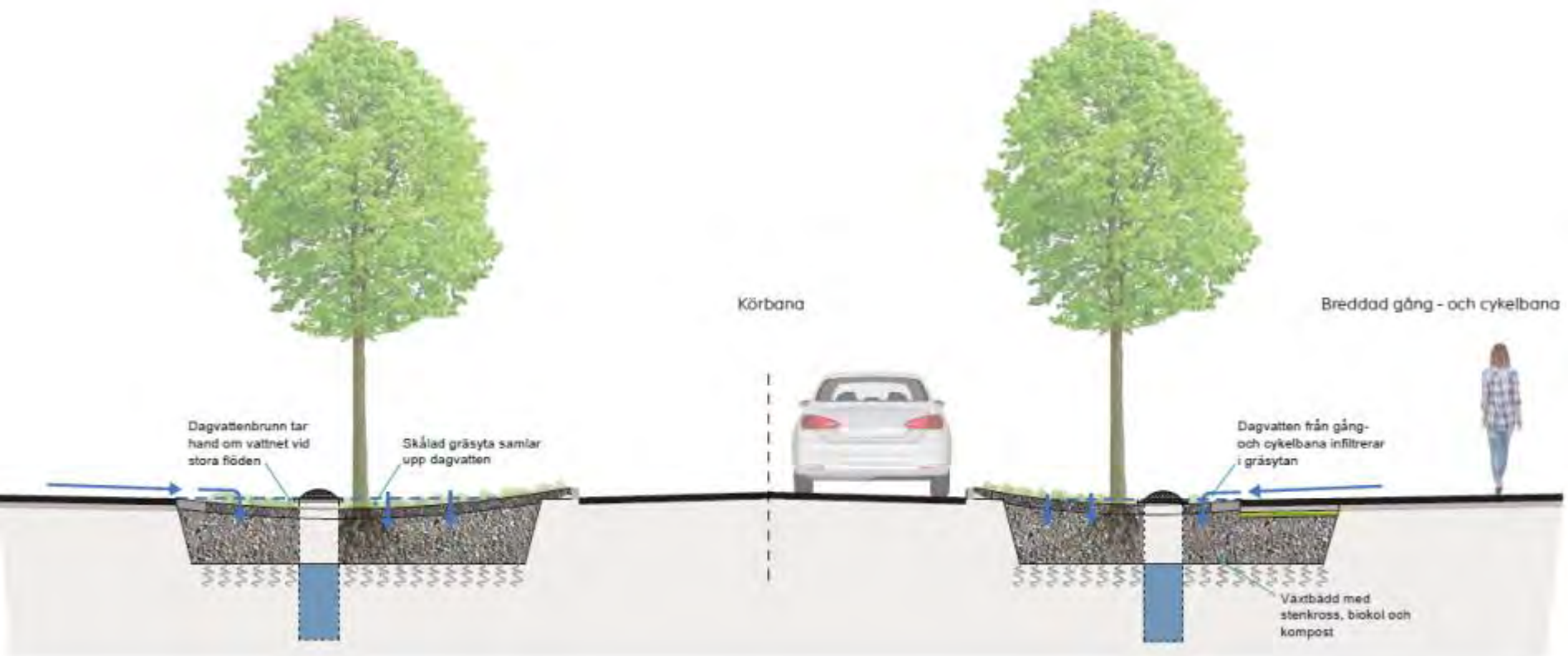
1. Böttläggning med överbyggnad
2. Dägningsbräna
3. Luftringsöppning för infiltration av ängvatten och gasutbyte av syra och koldioxid
4. Hattgaller
5. Filtmaterial, makadam 4-8 mm
6. Edsvals på samma nivå som i plantskåpa
7. Makadam 4-8 mm med 25 volym-% näringsberikad biokol
8. Trädgröpfundament i betong
9. Geotextil
10. Justeringslager, makadam 8-16 mm
11. Kärnmakadam, makadam 32-60 mm med 15 volym-% näringsberikat kol
12. Sten
13. Sam makadam 32-60 mm (s. 0,5 m radie runt luftringsöppningen perforerade del)
14. Gasutbyte (koldioxid/syra)

Strandvägen makadam 32-90 mm med 15% biokol och kompost



# Strandvägen





Sockenvägen träd flera olika arter som tål stående vatten och gräsplantering med dagvatten från körbana och gång/cykelbana



Sockenvägen  
Kolmakadam i botten 32-90mm 15%  
biokol/kompost översta 300mm 2-6mm  
med 25% biokol/kompost



**Struktur**

Kompost 1/8 del



Volymfördelning material  
öppna växtbäddar



Biokol 1/8 del



Makadam 6/8 delar



8 millimeter är största storlek på makadam om material skall hanteras med händer

Sockenvägen Enkelt lättrensat insläpp av dagvatten från körbana





2020



2020 Sättra  
Kolmakadam vatten  
från parkeringsyta



Infiltrationsbrunn



Infiltrationsbrunn



**Flatenbadet  
2018**





2020 andra säsongen



Anläggning av gräsyta 1 juli

Blanda:

6 delar Makadam 4-8 mm

1 del Biokol 0-10mm

1 del kompost

Vattna

Lägg ut gräsfrö

Täck med max 10mm ren  
torv/torvjord

Vattna dagligen om det inte  
regnar om det är varmt och  
tort flera gånger om dagen.

Tidpunkt för sådd mycket  
viktig, välj period med mycket  
regn, i Mälardalen slutet på  
september början oktober.



Gror efter 7 dagar



11 dagar efter sådd





19 augusti 2019





# 2014 Körsbärsplantering



2014



2021





Och i befintlig jord?  
Max 20% biokol  
och kompost efter behag

Gamla Stan  
2024 oktober



Gamla Stan  
2024 oktober





Gamla Stan  
2024 oktober



Jord 60%  
Biokol 20%  
Kompost 20%

# Norra Djurgårdstaden



Jord 60%  
Pimpsten 40%  
+ Ferro green

Blandade sorter av Magnolia



2018-2022



2017-2021



Planterade 2018



2019 Rehngatan



2019





# Rehngatan 2020

## Andra växtsäsongen

Celtis sp.

Hängande Bäralm

Celtis australis

Europeisk bäralm

Eucommia ulmoides

Kinesiskt gummiträd

Parrotsia persica

Papegojbuske

Metasequoia glyptostroboides

Celtis sinensis/Weeping Sugarberry





2020



Deloitte

ARLONATA

Deloitte



P

A person walking on the sidewalk, wearing a light-colored jacket and dark pants.

A person standing near a utility box on the sidewalk.

2021 Celtis sp.



2022



2023

Döbelnsgatan  
kv. Grindlaggarna 38D-38A

Grindlaggarna  
38A



2023



2023





2022  
Eucommia ulmoides  
Kinesiskt gummiträd



2018



2018

Skarpnäck  
Pilvingegatan, Segelflygsgatan



2023



2021



2019



Skarpnäck 2023  
4 växtsäsonger  
*Cercis canadensis*  
"Forest Pansy" mfl.



Kälvesta 2021





Kälvesta 2022



Vasagatan 2022



Vasagatan 2023



# Artval träd under senaste åren

## Rehngatan

*Eucomia ulmoides* (närmast Sveavägen)  
*Celtis australis* (i hårdgjord yta)  
*Celtis occidentalis* (i öppna regnbäddar)

## Luntnakargatan vid återvinningsstationen

*Metasequoia glyptostroboides* på kanterna  
*Parrotia persicaria*

## Kungstensgatan

*Zelkova serrata* 'Green Vase'/'Flekova' (vi har antagligen fått en blandning här, och de är väldigt små och väldigt smalkroniga)  
Renoverade oxlar  
*Alnus x spaethii* 'Späht' (motstående sida, i öron)

## Norrtullsgatan/torgbildningen

*Koelreuteria paniculata*  
*Gleditsia triacanthos* 'Inermis'

## Torsgatan

*Juglans nigra* (Fredrik hade rätt)  
*Pyrus calleryana* 'Chanticleer'  
*Fraxinus pensylvanica* 'Summit'  
*Alnus x spaethii* 'Späht'  
*Zelkova serrata* 'Green Vase'

## Vasagatan

*Alnus x spaethii* 'Späht'  
*Fraxinus pensylvanica* 'Summit'  
*Zelkova serrata* 'Green Vase'/'Flekova' (vi har antagligen fått en blandning även här)  
De flyttade ekarna är *Quercus palustris*

# Hornstull Betongbjälklag på 50cm djup



Paulownia tomentosa

# Grindsgatan 2020

Metasequoia glyptostroboides



2008 första växtsäsong

2014 Körsbärsplantering 20 000 st Prunus avium storlek spö 80 cm.



2014





2021



Första försök med grönsaker i kolmakadam



Fungerade extremt bra sallad hela sommaren




Så här använder man biokol med näringsrik kompost när man sår grönsaker eller andra växter på friland





2017

Första potatisen som odlats i  
makadam biokol och kompost

A close-up photograph showing a person's hand holding a large, orange carrot. The carrot is positioned horizontally, with its green leafy top on the right and its root tip on the left. The hand is visible from the wrist down, wearing a dark blue sleeve. The background is a dark, textured surface of small, dark grey or black gravel. The lighting is bright, highlighting the texture of the carrot's skin and the hand.

2018  
Första morötterna i  
macadam biokol och  
kompost

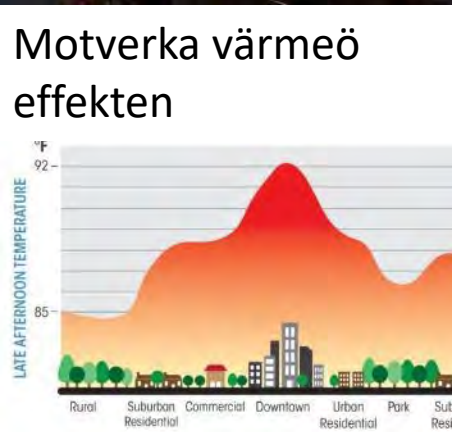
Besök hos Elinor Högsberg  
Eskilstuna







Minska risken för  
översvämningar



Minska förekomsten  
av partiklar och  
koldioxid i luften



Minska belastningen  
på dagvattensystemen  
och därigenom  
minska föroreningarna  
i Mälaren och  
Östersjön





# Växtbäddar i Stockholms stad

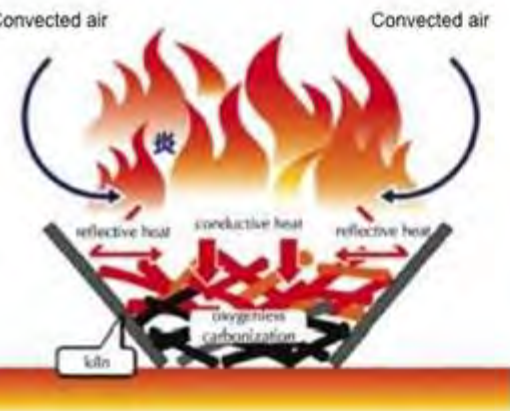
– en handbok 2017

Tillverka organiskt/biokol hemma





# INTERNAL HEATING: JAPANESE CONE KILNS



## Moki Kiln

Charring time: 2hrs.  
Temperature: 600 °C



the Biochar Journal





# Kan man göra Terra preta själv?

1. En plåtburk med ett litet hål fylls med ved, sätt på locket och tänd brasan.

Foto: Lars Hylander

3. Pyrolysgaserna pyser ut genom hålet och antänds.



Foto: Lars Hylander





Urholkat torvblock som fylls med 1del biokol+kompost och 3 delar makadam 4-8mm ger extremt bra förhållande för kinkiga växter. Går även att använda inomhus



Hartassormbunke i  
torvblock i mer än  
32 år



# Öhmans blötbäddar




Schakta till önskat djup, ett vanligt vattendjup är 30cm.




Markduk utlagd



Gummiduk utlagd, återfyllning påbörjad i det här fallet fanns sand från schakten.

A large pile of brown soil is contained within a rectangular area defined by a blue tarp. The tarp is laid on the ground, and the soil is piled up in the center. In the background, there is a stone wall, several black plastic pots, and a wooden structure with a door. The ground around the tarp is dark and appears to be a mix of soil and mulch. A large, light-colored rock is visible in the foreground on the right side, partially covered by the tarp's edge.

Lägsta punkten  
för gummiduken  
avgör maximal  
vattennivå.  
Räcker om ett  
ställe har lägsta  
nivå resten kan  
vara högre.



Torvblock som kant kan vara något annat stockar, sten, plank, plåt eller liknande.





Gummiduk skärs till  
önskad nivå när kanten i  
det här fallet torvblock  
ligger på plats

Markväv skyddar  
gummiduken









Gummiduk avskuren i nivå med betongplattor





Torvblock på plats



1del biokol+kompost och lite  
färskt gräsklipp och 3 delar  
makadam 4-8mm





Uppfyllt med  
växtsubstrat valt  
utifrån tänkt  
växtval.





Plantering utförd







## Bevattningsförsök

Billbäcks Plantskola  
Lind storlek 20-25 cm.

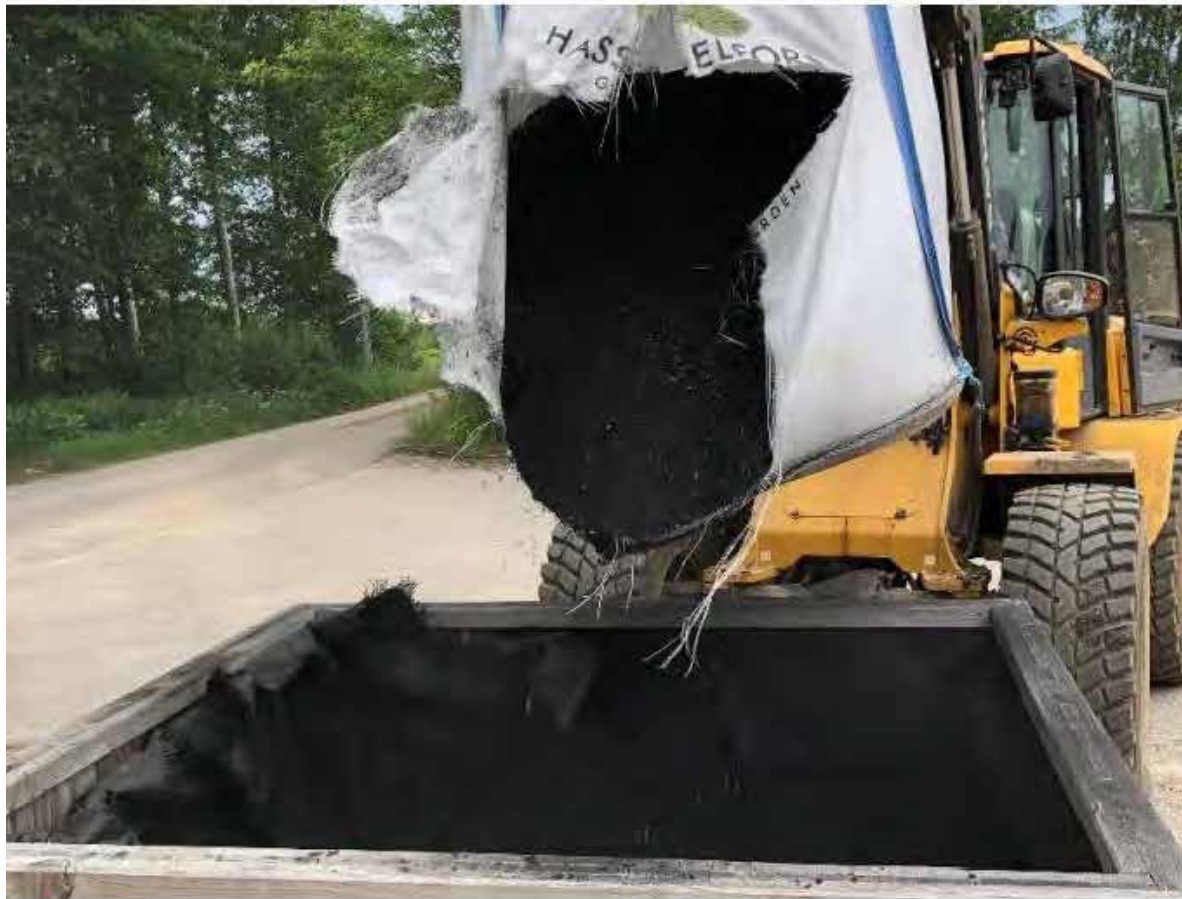
Plantering 2021-06-22

utvärdering 2021-09-20



# Placering kolmakadam 4-8 mm, nivå 1

2021-06-22





# Placering av trädet i nivå 1 Kolmakadam



Vattning av  
kolmakadammen i 20  
minuter, ca 800 liter.





Om ni bygger växtbäddar med kolmakadam.

Tänk på att vattna hela växtbädden innan plantering vid vår och sommar plantering så länge som växterna är aktiva.

Barrväxter behöver vatten även sent på säsongen.

Vägning av lådan i blötvikt  
3555 kg.

655 liter vatten finns kvar i  
kolmakadammen efter  
dräneringsjämvikt.



Vattensäck 75liter  
placerades på rotklumpen.  
Säcken fylldes på varje  
vecka med en flyttande  
gödsel giva 2 promille!

Kolmakadammen  
bevattnades med 200 liter  
var 14 dag

Flyttande fullgödselmedel  
motsvarande blomstra!

**(Wallco 51 10 43 + micro växtnäring)**



2021-06-22



2021-09-20



Trots kuperad mark och kolmakadam blir det stående vatten i planterings grop när omgivande massor är täta och kompakterade, hur kan man lösa problemet?

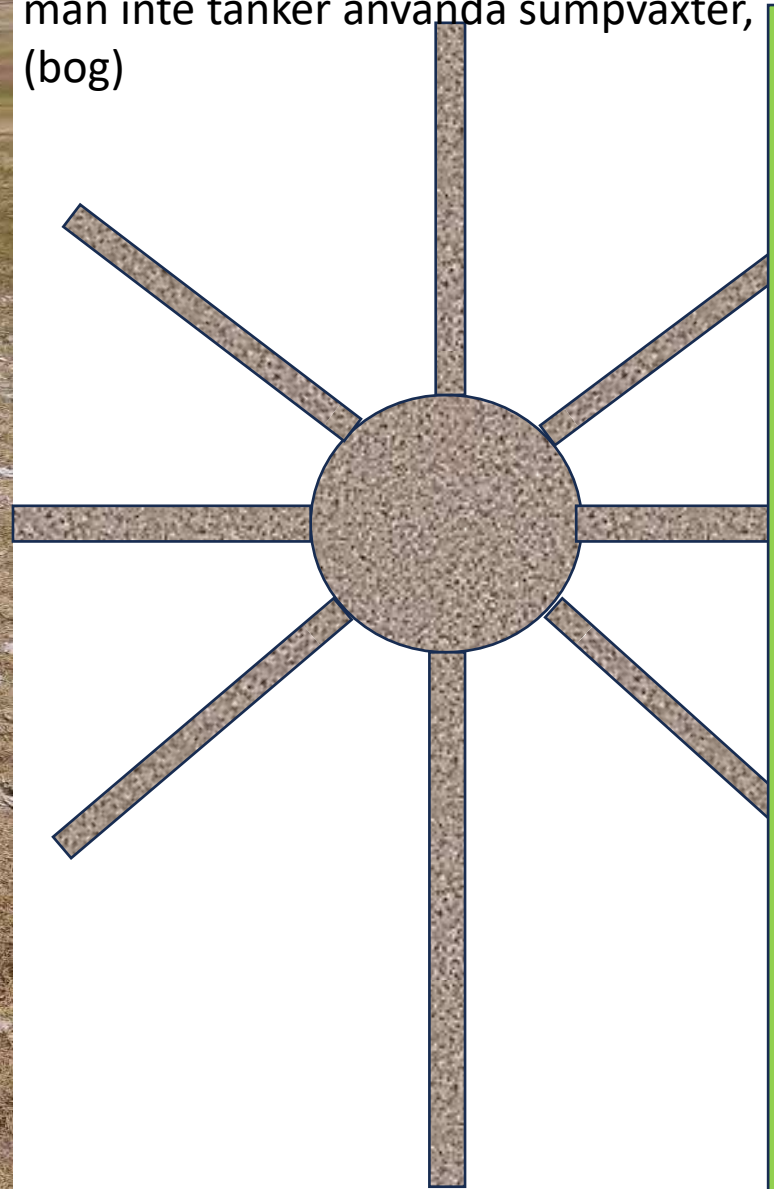


Vid anläggning av golfbanor tas oftast ingen hänsyn till underliggande material. Maskiner som modulerar marken kompakterar jorden innan sandblandning påförs.

Kedjegrävare



Inte för plan mark och täta material (om man inte tänker använda sumpväxter, (bog))



Stjärnplantering



## THE PROJECT IN NUMBERS



Stockholm's  
population is  
900,000



Eight out of 10  
Stockholm citizens  
want to do more to  
fight climate change



Use of biochar  
in the Swedish  
climate  
improves plant  
growth by up  
to 30 percent



Stockholm is one of the  
few global cities that  
has made the ambitious  
commitment to become  
fossil fuel free by  
2040 and carbon  
neutral by 2045

# ENGAGING CITIZENS IN THE FIGHT AGAINST CLIMATE CHANGE



## STOCKHOLM STOCKHOLM BIOCHAR PROJECT

### THE BIG IDEA

The Stockholm Biochar Project engages citizens in the fight against climate change by converting their garden waste into biochar. Biochar has multiple benefits – the biochar production process traps carbon that would otherwise be released into the atmosphere as carbon dioxide and produces heat that can be used as energy. When used in plant beds and fields, it improves the soil structure, storing nutrients that lead to better plant growth.

### WHY IS THIS IMPORTANT?

Cities are major contributors to climate change. Although they cover less than 2 percent of the Earth's surface, they produce more than 60 percent of global carbon dioxide emissions. Stockholm aims to become fossil fuel free by 2040, and the biochar project will be the first city initiative to directly involve citizens in meeting this target.

### HOW DOES IT WORK?

Stockholm collects plant waste from residents and recycles it into biochar using a newly acquired biochar plant, which is about the size of a shipping container and will be installed at an existing waste management site. This biochar is then returned to citizens for use in gardens and allotments, and distributed to green sites around the city.

## WHO TO CONTACT



**MATTIAS GUSTAFSSON**

Project Manager



mattias.gustafsson  
@extern.stockholmvatten.se



# STOCKHOLM **BIOCHAR** PROJECT



# Pilotanläggningen

ÅVC Trädgård i Högdalen

Förnybar värme till 80 lägenheter

Biokol motsvarande CO<sub>2</sub>-utsläppen från 700 bilar



## Projektets fullskala

Förnybar värme till 400 lägenheter

Biokol motsvarande CO<sub>2</sub>-utsläppen från 3500 bilar



# 1 Gasutbyte

En öppen struktur som skapas av stabila sorterade material för att få till en stor mängd hålrum i materialet som är hållbar över tid vid belastning. Ett lokalt återvunnet material kan ge miljövinster.

Tillfört vatten trycker ut dåliga gaser ur växtbädden och drar ner ny luft i marken när det sjunker undan

För att bibehålla porositeten undvik övrig inblandning av mineral utan porer samt stjälpolymer om det blandas med det bärande materialet.

Alla inblandade material i små fraktioner även humus och porösa material kan minska gasutbytet och infiltrations hastigheten av dagvatten om mängden blir för stor i förhållande till hålrummen i det bärande materialet. Packa blandningen och testa infiltrations hastighet för att få en uppfattning om den valda blandningen.

Undvik ändliga material.

Lokalt tillgänglig återvunnen tillräckligt starkt material typ sten, betong, tegel.

Luftbrunnar i hårdgjorda ytor. Öppna växtbäddar utan beläggning.

Infiltration av dagvatten hjälper till med gasutbyte i växtbädden.

Humus och lufttillförsel (gasutbyte) är en teknik som används om man vill sanera lättare förorenad mark.

En absolut nödvändighet för att växter skall kunna utveckla ett rotsystem.

Mykorrhiza i växtbädd med makadam

Gynnar allt liv i marken ger ökad biologisk mångfald och ger möjlighet till ökad kolinlagring i marken och därmed förmåga att hantera inkommande näring och föroreningar.

# 2 Vatten

Se punkt 1 det som gäller gasutbyte är även en förutsättning för god infiltrationskapacitet av vatten.

Öppna Planteringsytor.

Brunnar och öppningar för insläpp av dagvatten.

Nedsänkta växtbäddar undvik kanter som hindrar dagvattnet tillträde till växtbädden.

Placera växtbäddar och insläpp/brunnar i lågpunkter

Rännor som samlar in dagvatten kan var ett enkelt sätt att dirigera vatten till växtbädden.

Vid höga vattennivåer i markprofil använd upphöjda växtbäddar.

Konstbevattning när inga alternativ finns.

Snabb infiltration om man vill minska risk för översvämningar.

Styr genomströmningshastighet i växtbädden med täthet på bottenmaterialet under växtbädden.

Rätt utförande av vattning hör till de riktigt svåra delarna av trädgårdsskötsel den vanligaste orsaken till misslyckad etablering av växter.

En absolut nödvändighet för att växter skall kunna leva.

Avlastar befintligt dagvattensystem och recipienter av dagvatten, sjöar, hav och vattendrag.

Växtbäddens kan ha möjlighet att ta hand om föroreningar och näringsämnen i dagvatten.

Ökar växters avdunstning vilket sänker temperaturen i stadsmiljön och motverka värme-ö-effekten.

Kan motverka sjunkande grundvattennivåer och sättningar i byggnader. Se även nr 4

Snabb infiltration minskar risk för översvämningar.

Kupolbrunn

Dränera inte bort vatten använd kupolbrunnar eller liknande vid ytan om det är nödvändigt att få bort vatten om växtbädden blir mättad med vatten.

LOD= lokalt omhändertagande av dagvatten.

# 3 Struktur

En öppen struktur som skapas av stabila sorterade makadam-material för att få till en stor mängd hålrum i materialet som är hållbart över tid. Material som är lokalt och återvunnet kan ge miljövinster. Material som klarar av krav på stabilitet i konstruktion av hårdgjorda ytor. Vid användandet av fraktioner över 32mm kan inte råttor bosätta sig i växtbädden vilket annars kan vara ett problem i urbana miljöer.

Undvik ändliga material. För att bibehålla porositeten undvik övrig inblandning av mineral utan porer (typ sand , silt, lera) vilket stjäl porvolym om det blandas med det bärande materialet.

Exempel på tänkbara material:

Lokalt tillgänglig återvunnen tillräckligt starka material såsom sten, betong, tegel.

Kan vara ett sätt att återvinna lokala material och gynna den cirkulära ekonomin och undvika användandet av ändliga resurser. Se tillägg på 1 och 2 (tegel, betong, återvunna stenmaterial lätt att återvinna materialen hållbara över tid. Genom att inte använda plast minskas spridningen av mikroplaster så undvik komplicerade produkter av plast som inte är hållbart över tid och inte klarar av behovet av schakter i stadsmiljön. Gör det möjligt att få fungerande grönytor på grönytor som överutnyttjas typ daghem, skolgårdar. Grövre stenmaterial motverkar att råttor kan etablera sig i marken.

# 4 Vattenhållande

Biokol, kompostmaterial, humus, pimpsten.

Biokol är det material där jag har fått den bästa vattenhållande förmågan, så om ökat vattenhållande önskas fyll på med biokol.

Flera av materialen i växtbäddar som beskrivs kan ofta ha mycket lågt vatteninnehåll från start vilket gör det viktigt att genomföra en bevattning av hela volymen av de nyanlagda växtbäddarna innan plantering.

Vid begränsad tillgång på vatten kan en möjlighet vara att använda vattenmagasin som en del av växtbäddsvolymen för att förbättra tillgång av vatten över tid.

Dammduk, betong, lera är användbara material för att skapa vattenmagasin.

Kringliggande material utanför växtbädd kan ha stor betydelse för vattentillgång dessa är oftast kraftigt kompakterade med mycket låg porositet. Fetare material är möjligt att ha under och vid sidan om porösa växtbäddar men inte ovanpå. Risken stor för att vattnet blir hängande med vattenbrist som följd i underliggande porösa material. Behöver ha ett relativt stort djup hos en vanlig jord om dräneringen skall fungera.

Ger större möjlighet att klara torkperioder kan öka förmågan till avdunstning hos växter över tid vilket kan hjälpa till att hålla nere temperaturen i urbana miljöer (motverka värme-ö effekten). Krävs för god tillväxt.



# 5 Näringshållande

Biokol (certifierad), partikelstorlek och kvalitet har betydelse.

Biokol har förmåga att binda fast tungmetaller som kvicksilver, kadmium, bly med flera.

Biokol har mycket god förmåga att lagra näring som blir tillgänglig för växterna

Kompost, ingredienser, nedbrytningsnivå påverkar.

Försök har visat att mer än 25% biokol i en växtbädd inte ger ökad tillväxt om övriga förhållande är optimala.

Ger möjlighet för växterna med hjälp av andra organismer kan få jämn tillgång på näring i växtbädden. Kan ta hand om näring/föroreningar i dagvatten och hindrar läckage av ämnen från växtbädden. Om man använder biokol tillkommer ett flertal miljöaspekter som där fastlåsning av koldioxid över lång tid är en.

# 6 Näring

Platsen och funktion avgör hur mycket tillgänglig näring som skall tillföras och hur.

Exempel på möjliga material:

Växtavfall, grönkompost, Organiskt avfall i olika varianter, djurgödsel ko, häst, höns, mask. benmjöl, hornmjöl mm.

Inympning av levande organismer (jord från en välmående skog) kan bidra till att en ökad biologisk mångfald i växtbädden och kan ge friskare växter med större motståndskraft mot sjukdomar och insektsangrepp hos växterna.

Ständigt pågående vittring tillför mineral/mikronäring när livet frodas i växtbädden, där mykorrhizan är den som står för arbetet och är beroende av syre i marken.

Humus har förmåga att filtrera bort oönskade kemikalier i dagvatten och kompletterar biokol om det används i växtbädden och fungerar som energi för utvecklingen av organismer i marken. Organismer i en levande växtbädd kan lagra in mer koldioxid i marken än vad växterna kan lagra in genom sitt rotsystem.

Humus och lufttillförsel (gasutbyte) är en teknik som används om man vill sanera lättare förorenad mark.

# 7 Växter

Utvärdera platsens förutsättningar utifrån utrymme, temperatur, ljus, vind, vattentillgång, historik, estetik.

Dräneringsslitsar fyllda med makadam och 10% biokol och NPK, 15cm breda 70cm djupa planterade med Prunus avium 80cm långa spön cc 50cm.

Fraxinus ornus extremt torktålig i 300mm djup växtbädd upphöjda växtbäddar för att få plats med rotklump.

Hög kvalitet på inköpt material och kunnig hantering och skydd av växter från upptagning under leverans och på plats innan plantering.

Barrotade växter har lättare att etablera sig.

Krukodlade växter i torvsubstrat kräver stor kunskap om bevattning vid etablering.

Sjukdomar

Tillgång

Kan minska föroreningar, vind, ljud och solstrålning.

Bra val utifrån platsens förutsättningar ger friska växter som i sin tur sprider positiva signaler.

# 8 Utrymme

Sammanhängande stora volymer i växtbädden ger större möjligheter och helt avgörande för växter att hitta förutsättningar för god utveckling.

Träd/växter med rätt storlek minskar behov av skötselinsatser och håller driftkostnader nere.

# 9 Skydd

Mothåll i det här fallet en betonglåda runt planteringsgrop för träd. Ett mothåll för att motverka deformation hos kringliggande belastade ytor som är hårdgjorda men även grusytor som belastas av tung trafik har samma behov av skydd. Skyddar mot allt för närgången schakt och möjliggör enkel byte av träd utan att kringliggande ytor påverkas. Motverkar att rötter ger sig ut i övre delen av markbeläggning. Stamskydd för träd i hårdgjorda ytor. Staket runt planteringar. Kantskydd mot insläpp av förorenat dagvatten (salt).

Argument:

Minskar risk för skador och ger möjlighet till ökad livslängd hos växterna och kringliggande konstruktioner. Mothåll runt planteringsgrop. Ett mothåll för att motverka deformation hos kringliggande belastade ytor som är hårdgjorda men även grusytor som belastas av tung trafik har samma behov av skydd. Skyddar mot allt för närgången schakt och möjliggör enkel byte av träd/växter utan att kringliggande ytor påverkas. Hindrar rotsystem från att ta sig ut i överbyggnad utanför växtbädden oftast minst ner till 300mm kan vara djupare beroendeomgivande ytors och växtbäddkonstruktion. Påkörningsskydd i första hand mot plogskador. Ekonomi spar pengar genom att slippa att byta växter.

# 10 Utförande

Beskriv och avtala övertydligt hur arbetet (entreprenaden) skall genomföras och dokumenteras.

Närvaro Kontroll under hel arbetet (entreprenaden) även vid etablering/garantiskötsel.

Viten som svider hjälper till att få ett riktigt genomförande.

Jordborr enkelt och effektivt sätt att kontrollera växtbäddar.

Lita inte på en utförare.

Analys utvärdering av utfört objekt ger möjlighet till utveckling

Vattensäckar har räddat många etableringar av träd men hjälper inte om de inte fylls med vatten enligt instruktioner.

**Brist och felaktigt utförd vattning den vanligaste orsaken till dålig etablering av växter.**

**Förtroende är bra men kontroll är bättre.**

## Argument för kontroll

Att växtbädden byggs på rätt sätt och att etableringsskötseln utförs och ger valuta för pengar som investeras.